

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)
“ ” 2020 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з спеціальності **131 Прикладна механіка**
_____ (код і назва)

на тему: Автоматизований привод в машинобудуванні

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-61-1

Сомов Максим Олексійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник доц., к.т.н., Носко С.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці ст. викладач Ковтун А.І.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Кореньков В.М.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент доц., к.т.н., доц., Шишкін В.М.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____ (підпис)

Київ – 2020 рік

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний

(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.Ф.Луговський

“ _____ ” _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Сомову Максиму Олексійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Автоматизований привід в машинобудуванні.

керівник проекту доц.,к.т.н., Носко С.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

затверджена наказом по університету від “ 20 ” травня 2020 року № 1120-с

2. Термін подання студентом проекту 16.06.2020

3. Вихідні дані до проекту $p_m=0,7$ МПа; $s=0,125$ м ; $m_I=10$ кг; $P_2=9,5$ кН; $P_0=0.25$ кН; $V_0/F \cdot s = 0,01$; $l_{T1}=10$ м; $l_{T2}=1,0$ м; $t_{oc}=1.5$ с,

4.Зміст пояснювальної записки: 79 сторінок друкованого тексту, список літератури, схеми, таблиці, діаграми.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)

1.Загальний вид об'єкту дослідження. 2. Принципова пневматична схема приводу.

3. Робоче креслення пневмоциліндру. 4. Розрахункові формули, графіки.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
1. Охорона праці	ст.викл. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання 10.04.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	1. Розділ. Огляд та аналіз основних схем пневмоприводів з регулюванням швидкості вихідної ланки.	17.04.2020	
2	Основні вимоги до роботи виконавчих пристроїв пневмоприводів. Перелік основних засобів регулювання швидкості і гальмування пневмоприводу.	20.04.2020	
3.	Розробка принципової пневматичної схеми.. Статичний розрахунок основного приводу.	10.05.2020	
4.	Вибір трубопроводів і пневмоапаратури.	20.05.2020	
5	Вибір трубопроводів і пневмоапаратури. Динамічний розрахунок основного приводу. Висновки.	01.06.2020	
6	Технологія машинобудування	4.06.2020	
7	Охорона праці	8.06.2020	
8	Створення СК, деталювання та плакатів	10.06.2020	

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту

на тему: Автоматизований привід в машинобудуванні

студент 4 курсу, групи МА-61-1
(шифр групи)

Сомов Максим Олексійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник доц.,к.т.н., Носко С.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Анотація

В даній бакалаврській роботі, з урахуванням проведеного літературно-інформаційного пошуку, був проведений розрахунок пневмоприводу, що може застосовуватися при виконанні технологічних операцій в машинобудуванні. Приведений опис пристрою та принцип роботи розробленого пневматичного приводу. Представлені також, принципова схема, статичний та динамічний розрахунки основного пневмоприводу і часу його спрацьовування, вибір трубопроводів і пневмоапаратури.

Annotation

In this bachelor's work, according to the literature and information search, the calculation of the pneumatic drive was carried out, which can be used in technological operations in mechanical engineering. The description of the device and the principle of operation of the developed pneumatic drive are provided. Also presented are a schematic diagram, static and dynamic calculations of the main pneumatic drive and its response time, the choice of pipelines and pneumatic accessories.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ВСТУП

ВСТУП	9
Мета і задачі дослідження	12
Розділ.1. Огляд та аналіз основних схем пневмоприводів з регулюванням швидкості вихідної ланки.	12
1.1. Основні вимоги до роботи виконавчих пристроїв пневмоприводів.	12
1.2. Перелік основних засобів регулювання швидкості і гальмування пневмоприводів.	14
1.2.1. Гальмування з використанням дроселів постійного або змінного перерізу	14
1.2.2. Регулювання шляхом зміни тиску.....	21
1.2.3. Регулювання швидкості шляхом перекриття вихлопної порожнини в кінці ходу поршня.	24
1.3. Висновок.....	29
Розділ 2 Статичний та динамічний розрахунок приводу	30
2.1. Опис роботи принципової пневматичної схеми приводу	32
2.2. СТАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО ПРИВОДУ	34
2.3. Вибір трубопроводів і пневмоапаратури	36
2.4. ДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО ПРИВОДУ	41
2.5. Знаходження пропускної здатності пневмоліній	44
2.5.1. Знаходження пропускної здатності напірної пневмоліній	44
2.5.2. Знаходження пропускної здатності пневмолінії вихлопу	48
2.6. Врахування об'ємів трубопроводів при динамічному розрахунку	49
2.6.1. Врахування об'ємів трубопроводів при динамічному розрахунку напірної пневмолінії	49
2.6.2. Врахування об'ємів трубопроводів при динамічному розрахунку пневмолінії вихлопу	51
2.7. Визначення часу підготовчого періоду	53
2.8. Визначення часу руху	58
2.9. Визначення часу заключного періоду	62
2.10. Визначення часу прямого ходу	64
2.11. Діаграма роботи пневмоциліндра двосторонньої дії	64
РОЗІД 3. Технологія машинобудування.....	66
3.1.Опис деталі.....	66
3.2 Вибір заготовки.....	66
3.2.1 Вибір матеріалу та розмірів заготовки	66
3.2.2 Властивості та характеристики матеріалу заготовки	66
3.3 Технологічний процес.....	67
3.4 Проектування технологічного процесу виготовлення деталі	67
3.5 Розрахунок ціни виготовлення	69

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		7

4 Розділ. ОХОРОНА ПРАЦІ	71
4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних чинників при роботі.....	71
4.2 Характеристика приміщення	71
4.3 Освітлення приміщення	72
4.4 Електробезпека.....	75
4.5 Пожежна безпека	75
4.6. Висновок до розділу.	76
Список літератури.....	77

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ВСТУП

Аналіз найбільш поширених схем технологічних комплексів, що застосовуються в машинобудуванні для автоматизації робіт із завантаження, транспортування та розвантаження виробів автоматичними керованими пневмоприводами є актуальною задачею особливо при серійному виробництві деталей.

Враховуючи те, що в металообробних верстатах, в залежності від виду механічної обробки (верстати токарні з ЧПУ свердлильні, фрезерні, розточувальні, шліфувальні) стиснене повітря використовують у верстатах для здійснення приводу виконавчих механізмів, подачі мастила, контролю щільності зчленування поверхонь, охолодження для очищення решт оправок і базових поверхонь шпинделів, подачі в зону різання розпилених охолоджуючих рідин доцільно для виконання допоміжних операцій застосовувати пневмопривід [1].

Рішення даної проблеми можливо на основі застосування сучасних принципів проектування систем приводів і методів знаходження технічних рішень, так як правильно спроектований пневмопривід є ефективним засобом підвищення продуктивності праці та якості виробів, зниження їх собівартості [2].

Таке широке застосування можна пояснити наступними позитивними властивостями пневмоприводів:

- *швидкодією пневматичних виконавчих механізмів; можливістю здійснення порівняно простими засобами складних автоматичних циклів
- *великим терміном служби елементів пневмосистем
- *пожежо - та вибухобезпечністю
- *надійністю роботи в широкому діапазоні температур

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

*можливістю живлення великого числа споживачів від єдиної компресорної установки

*відносною легкістю транспортування енергії по трубопроводах

*можливістю випуску відпрацьованого повітря в атмосферу безпосередньо або через глушник без небезпеки забруднення навколишнього середовища

*відсутністю необхідності в складних захисних пристроях від перевантаження; відносною простотою конструкції і експлуатації.

Деяким обмеженням для застосування пневмоприводу є мала величина використовуваного в промисловості робочого тиску (до 600 кПа). Для отримання великих зусиль необхідно застосовувати циліндри великих діаметрів (300-500 мм).

Відомими недоліками пневмоприводу є також необхідність досить ретельного очищення стисненого повітря від вологи і механічних домішок, менш надійна в порівнянні з гідроприводом мастило робочих елементів і необхідність захисту їх від корозії [3].

Актуальність теми. Як показав огляд науково-технічної літератури, спостерігається зростання обсягів нових технологій в машинобудуванні. Тому в даний час актуальною є задача проектування і розробки спрощених методів статичного і динамічного розрахунку пневмоприводів, що використовуються для виконання допоміжних операцій при металообробці.

Перелік скорочень, умовних позначень, термінів:

рм - абсолютний тиск повітря, що підводиться, s-довжина робочого ходу приводу;

m1 - маса рухомих частин приводу (крім вантажу, що переміщується);

P2 - технологічне зусилля (корисне навантаження;

P0 - зусилля попереднього підтиску зворотної пружини;

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

V_0/F_s - відносна величина шкідливого обсягу робочої порожнини власне пневмоциліндра без врахування об'єму пневмолінії, що зв'язує порожнину з пневморозподільником;

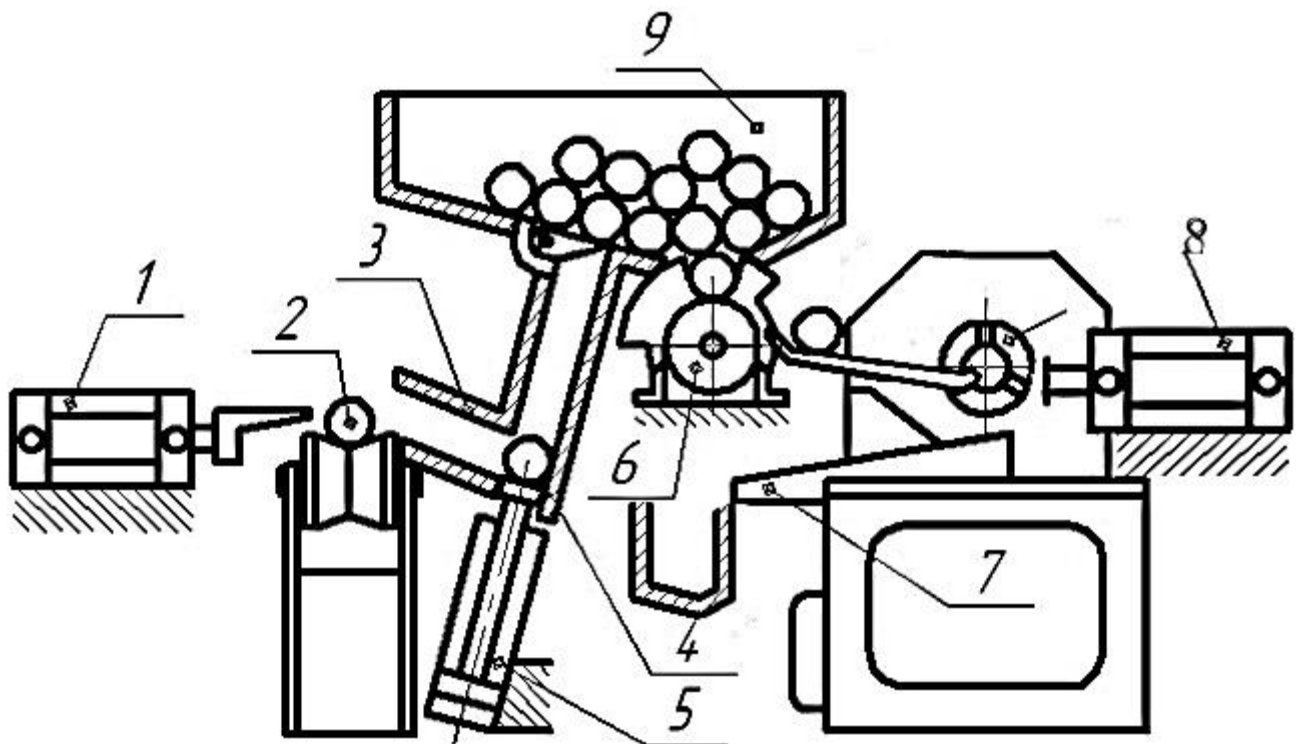
l_{T1} - довжина трубопроводу від

пневморозподільника до точки підводу живлення з магістралі стиснутого повітря;

l_{T2} - довжина трубопроводу від розподільника основного приводу до його робочої порожнини;

$t_{оч}$ - очікуваний час спрацювання основного приводу.

Об'єктом дослідження є пневматичний привод металообробного верстата.



Технологічний опис об'єкту.

Пневматична система, що підлягає розробці, являє собою автоматизований пневматичний привод для виконання допоміжних операцій. При підході деталі в зону транспортування пневмоциліндр 1 (рис.1) переміщує деталь в робочу зону обробки, а пневмоциліндр 2 - затискає деталь. Після закінчення технологічної операції пневмоциліндр 3 переміщує готову деталь в бункер. Після появи на

позиції транспортування нової деталі, пневматична система повторює цикл роботи.

Мета і задачі дослідження.

Метою бакалаврської роботи є розробка пневматичного приводу та розширення галузі його застосування в технологічних процесах машинобудування.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

- 1.Провести аналіз схем сучасних пневмоприводів з регулюванням швидкості вихідної ланки.
- 2.Визначити основні вимоги до роботи виконавчих пристроїв пневмоприводів та систематизувати існуючі засоби регулювання швидкості і гальмування пневмоприводу.
- 3.Виконати статичний і динамічний розрахунки приводу, здійснити вибір трубопроводів та пневмоапаратури.
- 4.Провести вибір і розрахунок гальмівних пристроїв.
- 5.Отримати рекомендації по вибору принципів і схемних рішень пневмоприводів, що застосовуються в машинобудуванні.

Розділ.1. Огляд та аналіз основних схем пневмоприводів з регулюванням швидкості вихідної ланки.

1.1. Основні вимоги до роботи виконавчих пристроїв пневмоприводів.

Ефективність виробництва визначається рівнем розвитку машинобудування, яке є основною галуззю промисловості. В цих умовах проблема удосконалення діючої і створення нової техніки з ефективними

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

механізмами, що забезпечують інтенсифікацію технологічних процесів і як наслідок - підвищення продуктивності і якості обробки різних виробів.

У пневмоприводів є вагомі переваги і використовуються вони в галузях, де потрібна вибухо-пожежна безпека та високі вимоги до безпеки впливу на навколишнє середовище.

До цих галузей відносяться машинобудівна промисловість та певні спеціальні галузі, в яких необхідна надійна робота в при вібраціях, ударах та радіоактивних умовах[4,5]

Широко в галузі металообробних верстатів застосовуються автоматизовані пневматичні приводи для допоміжних задач (затискання-розтискання, задля фіксації, транспортування, орієнтування, в складальних і контрольно-вимірювальних пристроях). Завдяки цьому можливе часткове або повне виключення участі в монотонних та тяжких роботах оператора, при цьому збільшивши продуктивність у від 1.5 до 4 разів [6,7]
У загальному, основні вимоги до роботи виконавчих пристроїв пневмоприводів є [8, 9]:

- 1)Можливість переміщати певну масу за певний час на потрібну відстань;
- 2)Максимально можлива швидкість переміщення маси;
- 3)Максимально можливе число точок позиціонування (зупинок) на протягом ходу;
- 4)Висока точність при «відпрацюванні » координат;
- 5)Можливість плавної зупинки поршня в кінці ходу;
- 6)Стабільність роботи при різних масах;
- 7) Надійність та компактність установки.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

У роботі розглядається технологічний процес, в якому конструкція приводу розрахована під практично незмінну масу і такий закон руху можна вважати оптимальним.

Проте, як показує аналіз основних схем пневматичних приводів при регулюванні швидкості вихідної ланки, до приводів технологічних машин пред'являються високі вимоги до таких параметрів як швидкодість, ненаголошена зупинка, регулювання швидкості переміщення вихідної ланки, компактності й надійності системи.

Саме тому для виконання даних вимог, має місце розглядання різних способів регулювання та гальмування швидкості приводів, кожен з яких володіє своїми відмінними рисами. Від цих особливостей залежить й схема приводу з використанням конкретного способу регулювання швидкості й швидкості гальмування задовольняє пропонованим вимогам.

1.2. Перелік основних засобів регулювання швидкості і гальмування пневмоприводів.

Послідовно розглянемо недоліки й переваги даних способів з точки зору вимог, що висуваються до роботи виконавчих пристроїв пневмоприводі в машинобудуванні.

1.2.1. Гальмування з використанням дроселів постійного або змінного перерізу

Цей варіант для гальмування можна реалізувати одним з даних способів:

- а) Дроселями, вбудованими в напірну і (або) у вихлопну лінію;
- б) Дроселями, керованими по ходу переміщення вихідної ланки пневмодвигуна;
- в) За допомогою дроселів, вбудованих в пневмодвигун.

Розглянемо послідовно ці способи і відповідні їм схеми.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

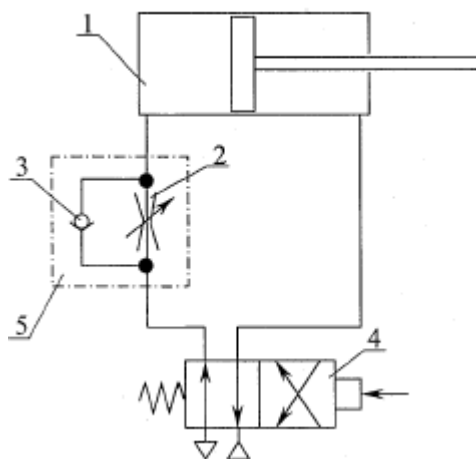


Рис. 1.1. Пневмопривід з дроселюванням на вході 1-пневмодвигун;
2-дросель; 3-зворотній клапан; 4-розподільник; 5-датчик швидкості

Схема приводу з дроселями на напірній лінії приведена на рис. 1.1 [10]. Регулювання швидкості поршня здійснюється тут за допомогою датчика часу ходу приводу 5-пристрою, що складався з змінного дроселя 2 і зворотного клапана 3. Змінюючи прохідний перетин змінного дроселя є можливість змінювати час ходу, а отже - регулювати середню швидкість руху поршня.

Як показано в роботі [11], тиск в робочій порожнині на початку різко зростає, а потім знижується і далі до кінця ходу залишається майже сталим. Тиск у вихлопній порожнині різко, а потім на протязі часу плавніше знижується і потім залишається незмінним. Сила удару, при зіткненні поршня з кришкою циліндра в кінці ходу, прямо пропорційна квадрату швидкості поршня і його масі. Для уникнення удару, швидкість в кінці ходу потрібно знизити до безпечної (до 0,1 м / с і менше. Тому, можливо реалізувати ненаголошену зупинку поршня шляхом дроселювання на вході, проте привід виходить низькошвидкісним. Тобто, дроселювання на вході правильніше називати не способом гальмування, а регулювання швидкості пневматичного приводу.

Схема приводу з дроселем на вихлопній лінії (на виході) приведена на рис. 1.2 [12].

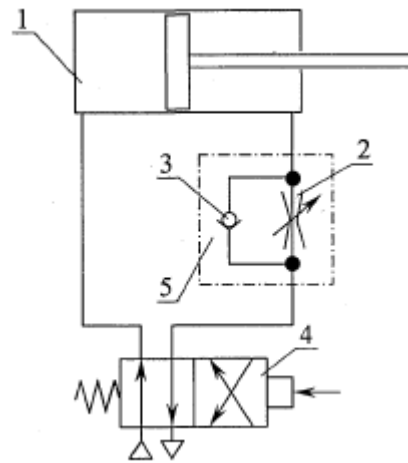


Рис. 1.2. Схема гальмування з дроселюванням на виході

1-пневмодвигун; 2-дросель; 3-зворотний клапан;

4-розподільник; 5- датчик часу ходу

Відмінність даної схеми від схеми, наведеної на рис. 1.1 полягає у тому, що датчик часу ходу 5 підключено не до робочої, а до вихлопної порожнини циліндра. Коли при дроселюванні на вході маємо можливість змінювати тиск в робочій порожнині, то при дроселюванні на виході можна змінювати тиск в порожнині вихлопу. Це дає нам певні переваги. По-перше, відсутність дроселя на вході підвищує швидкість наповнення робочої камери, що значить те, що швидше зростає тиск в порожнині, підвищуються середня і максимальна швидкість руху поршня циліндра. По-друге, наявність дроселя на виході утворює підвищений тиск у вихлопній порожнині, а це в свою чергу призводить до плавнішого руху поршня. По-третє, можливість регулювати тиск у вихлопній порожнині дозволяє реалізувати автоматичне гальмування - гальмування в кінці ходу повітряною подушкою, яка утворюється при русі поршня.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

Такий привід, згідно [13], «виявляється більш гнучким і менш сприйнятливим до коливань навантаження», ніж привід з дроселюванням на вході.

У більшій частині сучасних пневмоприводів дроселі встановлюються на напірній і на вихлопній лініях. Така схема зображена на рис. 1.3 [14].

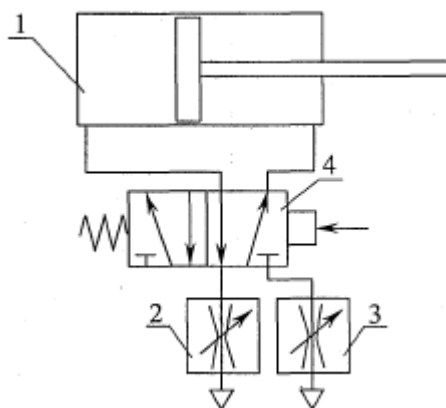


Рис. 1.3. Схема гальмування з дроселюванням на виході

1-пневмодвигун; 2, 3-дроселі; 4-розподільник

В цій схемі зосереджені всі переваги дросельного регулювання на виході, та при цьому має велику гнучкість в плані керування. Водночас з регулюванням інтенсивності створення і жорсткості повітряної подушки (за допомогою дроселя на виході) є можливість регулювати середню швидкість (за допомогою дроселя на вході). Така схема дозволяє збільшити кількість режимів роботи пневмодвигуна, розширюючи діапазон його можливого застосування, тобто дана схема більш універсальна. Зауважимо також, що це найпоширеніша схема пневмоприводу. Відомі варіанти даної схеми, при яких дроселі розташовуються після розподільників [13].

Зручності подібних схем конструктивні, принципової різниці в місці розташування дроселів немає. При значній довжині лінії підведення від циліндра до дроселя застосування даного способу з вихлопним дроселем може бути не самим ефективним, оскільки обсяг вихлопної порожнини у цьому випадку

збільшується і переміщення поршня не викликає такого значного підвищення тиску, яке може забезпечити ефективне регулювання. Є спосіб гальмування поршня, що можна реалізувати дроселями, що керовані по ходу переміщення вихідної ланки двигуна [9]. Структурна схема пристрою, де зображена реалізація даного варіанта гальмування приведена на рис. 1.4.

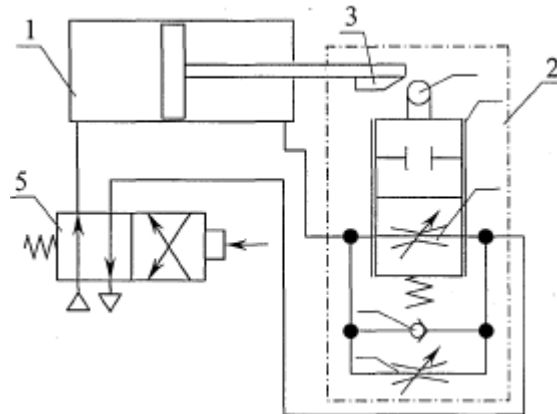


Рис. 1.4. Схема гальмування за допомогою дроселів, керованих по ходу переміщення поршня.

1-пневмодвигун; 2-гальмівний пневмодросель типу П-ДТ; 3 - копір;
4-ролик; 5,9-розподільники; 6,7-дроселі; 8-зворотний клапан;

В даній схемі на вихлопній лінії встановлено гальмівний пневматичний дросель 2 типу П-ДП. Він об'єднує в одному корпусі дроселі 6 та 7, також зворотний клапан 8, розподільник 9 і ролик 4, керуючий розподільником. У визначеному місці штока встановлюється копір 3-пристрій від параметру довжини якого залежить тривалість та плавність гальмування. При висуванні штока в процесі роботи, повітря проходить на виході через дроселі 6 і 7. прохідний переріз вихлопної лінії рівний сумі вихлопних перетинів даних дроселів.

В певній точці ходу взаємодіють копір 3 та ролик 4. Ролик перемикає розподільник 9, який відключить дросель 6. Через зменшення прохідного перетину зростає протитиск вихлопної порожнини, що призведе до зростання

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		18

гальмівного зусилля та поршень зупиняється в кінці ходу. У цієї схеми є певні переваги, наприклад, по-перше, є можливість зміни положення ролика і відносно один-одного, що дозволяє забезпечити гальмування вихідної ланки на будь-якій ділянці її переміщення. По-друге, при умові вдалого підбору профілю копіра, прохідних перетинів дроселів, взаємного розташування копіра з роликом схема забезпечить ненаголошену зупинку поршня на кінці ходу. Схема має певні недоліки:

- 1) Громіздкість, через необхідність в зоні переміщення робочого органу ставити додаткові пристрої;
- 2) Неможливість адаптації до мінливого динамічного навантаження Будівництво такого приводу на роботу з малоюмовірною, тому що вона вимагає додаткового розрахунку, регулювання та зупинки всього робочого процесу.

Ми розглянули зовнішні гальмівні пристрої - це пристрої, не входять в пневмодвигун конструктивно. Їх спільний недолік – вони роблять привід громіздкішим. Також існують внутрішні гальмівні пристрої, в яких нема цього недоліку. На рис. 1.5 наведена схема пневмоприводу з використанням дроселя, вбудованої в пневмодвигун [6].

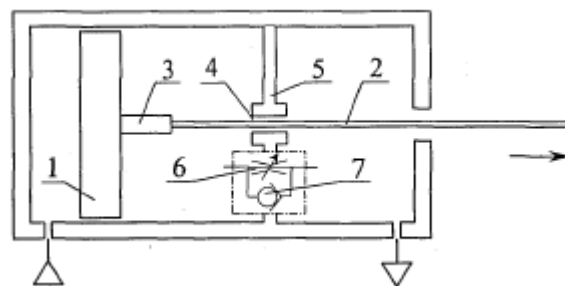


Рис. 1.5. Пневмопривід з внутрішнім гальмівним пристроєм

- 1 - поршень; 2 - шток; 3 - еластична манжета;
 4 - вихлопний канал; 5 - кришка циліндра;
 6 - регульований дросель; 7 - зворотній клапан.

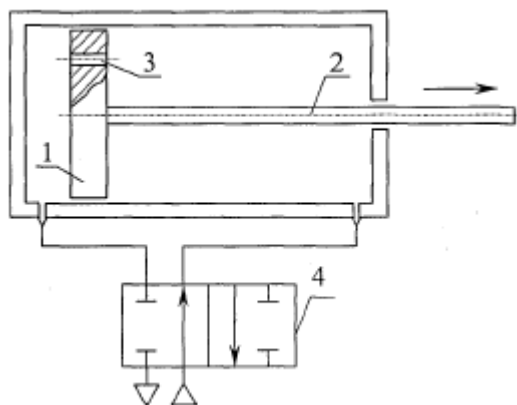


Рис. 1.6. Пневмопривод з внутрішнім гальмівним пристроєм

1 - поршень; 2 - шток; 3 - канал; 4 - розподільник .

Працює схема так: При подачі повітря в ліву порожнину і поршень 1 починає рухатися зліва направо, то еластична манжета 3, що знаходиться на потовщеній частині штока 2 замикає центральний вихлопний канал 4 в кришці 5 при підході поршня до крайнього положення. Для виходу повітря з вихлопної порожнини є лише канал 6 дроселя. При зворотному ході поршня повітря направляється до порожнини через зворотний клапан, щоб тривалість підготовчого періоду не залежала від налаштувань дроселя. Регульований дросель 6 і зворотний клапан 7 знаходяться в кришці циліндра. Ця схема має наступні переваги: Висока швидкодія, можливість працювати в режимі автогальмування, широкий діапазон застосування, простота конструкції, компактність, низька вартість. Недоліки наступні: складність переналаштування, пов'язаної з розбиранням приводу, низька стабільність характеристик при зміні умови роботи, нездатність адаптуватися для роботи з різною масою. Інший варіант внутрішнього гальмівного пристрою [6] дано на рис. 1.6.

Щоб перемістити поршень вправо, повітря з магістралі подається в штокову (праву) порожнину циліндра, після чого потрапляє в порожнину кришки через канал в поршні. У певний момент зусилля, зусилля, що прикладено на поршень зліва, обов'язково перевищить силу тиску справа, тому, що площа штока

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		20

відносно велика. Поршень починає рух спочатку швидко прискорюючись. Границею їх зближення являється сталий режим, що визначається пропускною здатністю отвору в поршні та певними параметрами приводу. Для повернення поршня в ліве положення потрібно з'єднати порожнину кришки з атмосферою, в той же час перекривши штокову порожнину. Це призведе до того, що перша з них стане порожньою, що і стане причиною перепаду тисків, спрямованого в ліву частину. Характерною особливістю схеми є те, що відсутні дроселі на вхідний і вихідний лініях, однак отвір в поршні фактично виконує функцію дроселя постійного перетину, а це і дає підстави віднести цей спосіб до гальмування за допомогою дроселю, хоч вони і відсутні.

Переваги описаної схеми наступні: здатність безударної зупинки приводу в кінці ходу, його плавність, компактність, простота і надійність конструкції в роботі. Але схема має набагато більше недоліків, ніж переваг: неадаптивність приводу при роботі в широких діапазонах переміщуваних мас, неможливість регулювання середньої швидкості та гальмівного шляху і часу гальмування, через відсутність дроселів, а площа отвору в поршні постійна й незмінна та відносна низька середня швидкість при обмеженій області застосування.

1.2.2. Регулювання шляхом зміни тиску.

Також є спосіб гальмування пневмоприводу регулюванням тиску. У схемах, в яких реалізовано подібний спосіб гальмування, використовують редукційні або запобіжні пневмоклапани, а не дроселі. Відмінність між редукційним клапаном і дроселем полягає в тому, що дросель знижує тиск повітря після себе, тому тиск після дроселя залежить від тиску до дроселя.

Редукційний клапан не тільки знижує тиск, а й підтримує його на постійному, заданому наперед рівні, тому тиск повітря після редукційного клапана залежить в основному від налаштувань, причому тиск на виході не перевищує тиск на вході. На рис. 1.7 представлена схема гальмування,

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

реалізована за допомогою редукційних клапанів, на напірній лінії [12,15]. Редукційний клапан 2 створює гальмівне зусилля через утворення повітряної подушки за прямого ходу (русі поршня зліва направо), клапаном 3 створюється гальмівне зусилля при зворотному ході (Русі справа наліво). При подачі повітря через розподільник 5 воно потрапляє в редукційний клапан 2, в якому тиск повітря знижується до тиску налаштувань і залишається постійним протягом прямого ходу. Для швидкого спорожнення вихлопної порожнини циліндра при зворотному ході паралельно редукційному клапана встановлений зворотний клапан 4.

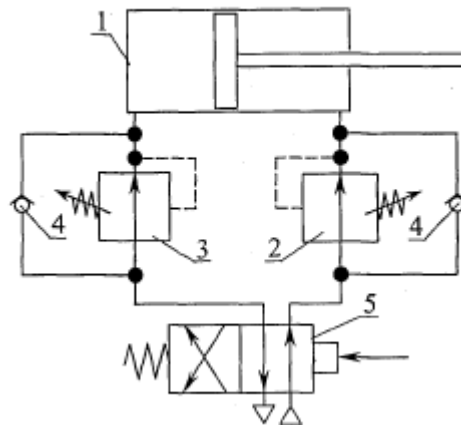


Рис. 1.7. Пневмопривід з редукційними клапанами, на напірній лінії
1-пневмодвигун; 2, 3-редукційні клапани; 4-зворотні клапани;
5-розподільник;

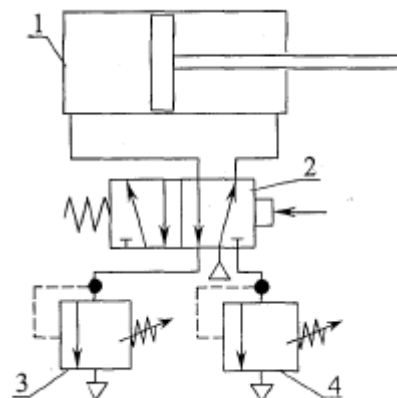


Рис. 1.8. Пневмопривід з редукційними клапанами на вихлопній лінії

1-пневмодвигун; 2-розподільник; 3,4-редукційні клапани

Можливість гальмування за допомогою регулювання тиску вихлопної порожнини циліндра ілюструє схема на рис. 1.8. При подачі стисненого повітря в робочу порожнину пневмодвигуна 1 він змушує поршень здійснювати поступальний рух. При русі поршня тиск у вихлопній порожнині збільшується до величини тиску налаштувань редукційного клапана 3, а потім залишається сталою. Редукційні клапани 3 і 4, встановлені в цій схемі після розподільника, виконують роль підвищення тиску повітря "до себе" і підтримують його на заданому значенні. Використання в цій схемі двопозиційного трілінійного розподільника дозволяє відмовитися від установки зворотних клапанів.

Використання описаної схеми дає наступні переваги:

- 1) Через відсутність редукційних клапанів і дроселів на вхідній з'являється можливість отримувати високі середні і максимальні швидкості;
- 2) Регулювання тиску у вихлопній порожнині дозволяє реалізовувати автогальмування і здійснювати ненаголошену зупинку поршня в кінці ходу;
- 3) За рахунок установки редукційного клапана у вихлопній порожнині утворюється підпір, через що рух поршня стає плавнішим;
- 4) Схема забезпечує досить просте переналаштування;
- 5) Схема досить стабільна працює при незначній зміні умов роботи приводу.

Недоліки схеми:

- 1) Нездатність працювати з різними масами вантажів;
- 2) Збільшений шкідливий обсяг вихлопної порожнини, що знижує ефективність автогальмування;
- 3) Значніші розміри, маса і вартість приводу;
- 4) Обмежене застосування.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

У [13] наведена схема гальмування пневмоприводу з використанням запобіжного клапана (рис. 1.9). Основа схеми-описаний в п. 1.1.2 пневмопривід з внутрішнім гальмівним пристроєм (див. 1.12) до вихлопної порожнини якого підключений запобіжний клапан 8. Працює схема таких чином. Дросель гальмівного пристрою встановлюють в положення, що близьке до повного перекриття перетину. Саме по цій причині після спрацювання основного гальмівного пристрою (коли вихлопний канал закривається манжетою) повітря в порожнині стає замкненим і його тиск збільшуватися на значну величину. Як тільки воно досягає рівня налаштувань запобіжного клапана, він відкривається і, при правильних параметрах клапана, підтримує тиск у вихлопній порожнині на рівні, близькому до тиску налаштувань. Тиск пропорційний жорсткості утворюється в кінці ходу повітряної подушки, тому, правильно підібравши його, можна ненаголошено зупинити привід.

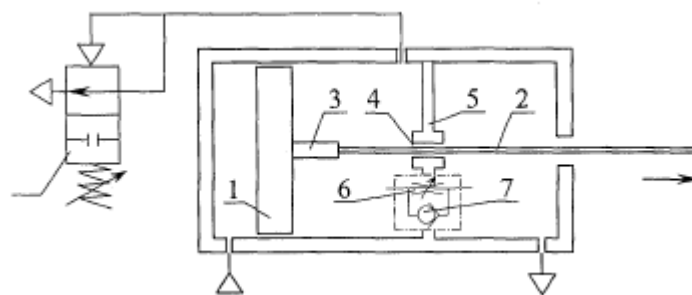


Рис. 1.9. Пневмопривід з внутрішнім гальмівним пристроєм і запобіжним клапаном у вихлопній порожнині 1-поршень; 2-шток;
3-еластична манжета; 4-вихлопний канал; 5-кришка циліндра;
6-регульований дросель; 7-зворотний клапан; 8-запобіжний клапан

1.2.3. Регулювання швидкості шляхом перекриття вихлопної порожнини в кінці ходу поршня.

Все більше і більше застосування знаходять схеми гальмування пневмодвигунів зі значним інерційним навантаженням шляхом повного перекриття вихлопної порожнини пневмодвигуна [15,16].

Відомо деякі різновиди такого способу, але найбільшого поширення набули три схеми: схема «а» - перекриття вихлопної порожнини не відключаючи робочої порожнини від живлення; схема «б» - перекриття вихлопної порожнини відключаючи робочу порожнину від живлення; схема «в» - перекриття вихлопної порожнини відключаючи від лінії живлення і схема робочої порожнини з атмосферою на ділянці гальмування.

На рис. 1.10-а приведена схема приводу, реалізуюча гальмування за допомогою перекриття вихлопної порожнини без відключення робочої порожнини від живлення. Схема містить два розподільника. Один з них-двопозиційний п'ятилінійний (розподільник 2) керує робочим ходом і реверсом пневмодвигуна. Другий-двопозиційний дволінійний (розподільник 3) спрацьовує за сигналом керуючого пристрою в певний момент часу в процесі робочого ходу і вихідна порожнина перекривається. Так, як робоча порожнина підключена до лінії живлення, при тому, що поршень продовжує рухатися, то тиск у вихлопній порожнині зростає та утворюється повітряна подушка, яка плавно зупиняє поршень в кінці ходу.

Подібна схема, але з відключенням робочої порожнини від лінії живлення показана на рис. 1.10-б. Схема реалізована на одному трьохпозиційному п'ятилінійному розподільнику. Після того, як розподільник включений в крайню ліву позицію - здійснюється робочий хід; крайнє праве положення розподільника відповідає зворотному ходу. У певний момент часу на якійсь ділянці робочого ходу до розподільника надходить сигнал керуючого пристрою, та він перемикається в середнє положення. Вихлопна порожнина при цьому перекривається, при тому, що робоча відключається від лінії живлення. Збільшення тиску робочій порожнини призводить до утворення повітряної подушки і це спричиняє гальмування поршня. Гальмівне зусилля в цій схемі досить значне, ніж в схемі на рис. 1.10-а, оскільки воно залежить від перепаду тисків дроселя.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Перепад тисків більше в схемі "б", через те, що робоча порожнину відключається від лінії живлення.

У схемі на рис. 1.10-в гальмівне зусилля ще більше, тому що при перекритті вихлопної порожнини робоча порожнина не тільки відключається від лінії живлення, але і з'єднується з атмосферою. В основі цієї схеми також лежить один трьохпозиційний п'ятилінійний розподільник, крайні ліві і праві позиції якого реалізують відповідно робочий хід і реверс, а середнє положення – релізує гальмування.

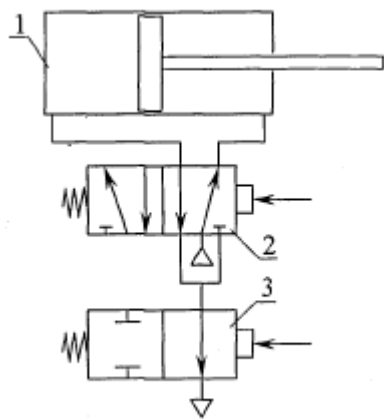
Важливою особливістю трьох описаних вище схем є те, що для їх ефективної роботи треба точно визначати оптимальний гальмівний шлях і час гальмування. Дослідження і методика розрахунку подібних схем наводиться в [17]. Робота трьох вказаних схем ґрунтується на використанні автогальмування одержуваного за рахунок перекриття вихлопного каналу тому їх недоліки й переваги досить схожі. Переваги схем наступні:

- 1) Можливість отримання великої протитиску дає можливість реалізовувати режим автогальмування і ненаголошеної зупинки поршня в кінці ходу;
- 2) Оскільки від маси і швидкості рухомих частин в значній мірі залежить гальмівна сила, то в невеликому діапазоні зміни переміщуваних мас приводу властива адаптивність;
- 3) Приводи, що реалізовано за схемами "б, в" мають невеликий гальмівний шлях;
- 4) В схемах "б, в" є можливість знижувати втрати енергії за рахунок відключення робочої порожнини від лінії живлення.

Недоліки схем цього типу наступні:

- 1) Неконтрольоване підвищення тиску вихлопної порожнини, тому виникає необхідність у контролі і обмеженні тиску (наприклад, за допомогою клапана як на рис. 1.9, але це-ускладнення схеми);

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		26



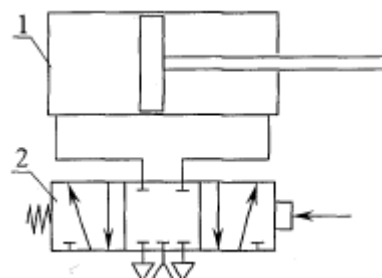
а)

1 - пневмодвигун;

2 - розподільник

прямого ходу та реверсу;

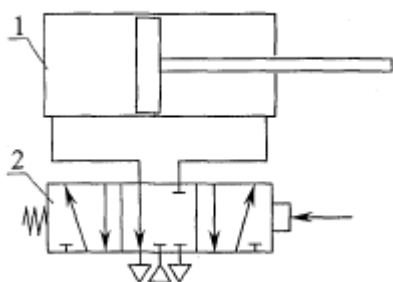
3 - гальмівний распределитель



б)

1 - пневмодвигун;

2- Розподільник



в)

1- пневмодвигун;

2-розподільник.

Рис. 1.10. Гальмування за допомогою перекриття вихлопної порожнини

а) Без відключення робочої порожнини від лінії живлення;

б)З відключенням робочої порожнини від лінії живлення;

в)З відключенням робочої порожнини від лінії живлення і з'єднанням її з атмосферою.

2) Інших недолік полягає в можливості пневмовідскоку через запізнювання перемикачів на скидання тиску з вихлопної порожнини;

3)Третій недолік - складність системи управління, яка повинна «вміти»

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		27

перемикає розподільники в необхідний час;

4) Тяжкий розрахунок часу перемикає розподільника, а звідси і складності в переналаштуванні приводу;

5) Неадаптивність приводу до роботи з перемінним навантаженням в широкому діапазоні зміни мас вантажу на штоці;

6) Порівняно значна вартість.

Існують і внутрішні гальмівні пристрої, що реалізують перекриття вихлопної порожнини на ділянці гальмування. Схема одного з таких пристроїв [6,18] зображено на рис. 1.11. Схема складається з пневмодвигуна 4, вбудованого резервуара 1, вихлопного пристрою 5 у вигляді отворів в пневмоциліндрі, стопорного пристрою 3 і розподільників 6 і 7. Робота схеми полягає в наступному: При подачі стисненого повітря в резервуар 1 поршень 2 утримується вихідному положенні, а при цьому порожнина з'єднується з атмосферою. При досягненні тиском повітря в резервуарі 1 розрахункового значення спрацює стопорний пристрій 3 і поршень починає інтенсивно набирати швидкість. При підході до вихлопного пристрою 5 поршень покриває отвори і тиск у вихлопній порожнині починає рости – створюється повітряна подушка, що плавно зупиняє в кінці ходу поршень.

Переваги схеми:

1) Здатність ненаголошено зупиняти поршень в кінці ходу;

2) Адаптивність приводу при невеликих змінах переміщуваної системи;

3) Висока швидкість, завдяки вбудованому резервуару і через те, що немає дроселів;

4) Невеликий гальмівний шлях;

5) Відносна компактність.

Недоліки:

1) Неадаптивність приводу при великому діапазоні зміни мас;

2) Можливість пневмовідскоку

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3)Складність регулювання швидкості, гальмівного шляху і часу гальмування; 4) Необхідність контролю тиску у вихлопній порожнині при значних швидкостях приводу і більших масах.

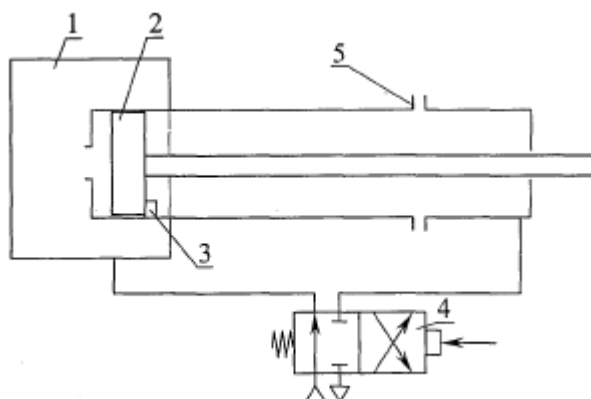


Рис. 1.11. Високошвидкісний пневмопривід з внутрішнім гальмівним пристроєм
1-вбудований резервуар; 2-поршень; 3-стопорний пристрій; 4-силовий циліндр; 5-вихлопний пристрій; 6-розподільник

Через зазначені вище недоліки спосіб гальмування шляхом перекриття вихлопної порожнини на ділянці гальмування поки не отримав широкого застосування, хоч (після деяких доробок) перспектива його використання з метою ненаголошеної зупинки пневмоприводу з широким діапазоном мінливих мас має місце на існування.

1.3. Висновок.

Проведено огляд та аналіз існуючих способів регулювання швидкості та гальмування пневматичних приводів, що застосовуються в машинобудуванні, дає підстави зробити наступні висновки:

1. Інформаційним пошуком обґрунтовані завдання дослідження, вказані напрямки їх рішень, необхідні для розробки автоматизованого пневматичного приводу.
2. З'ясовано, що використання пневматичних приводів у складі багатьох механізмів і агрегатів технологічного обладнання, дозволяє виконувати

допоміжні і затискні переміщення об'єктів з максимальною швидкістю при заданій точності.

3. Для комплексів обладнання, що охоплюють металообробні верстати, в яких для виконання допоміжних операцій застосовуються пневматичні приводи, для поліпшення якості управління рухом, доцільно прийняти схему з дроселюванням на вході і виході пневмоциліндра. Прийняте схематичне рішення дозволяє одночасно з регулюванням інтенсивності утворення повітряної "подушки" дозволяє регулювати середню швидкість руху поршня циліндра. Тобто така схема збільшує кількість режимів роботи циліндра і більш універсальна.

Розділ 2 Статичний та динамічний розрахунок приводу

Статичний і динамічний розрахунки пневматичного приводу виконувались відповідно методики яка приведена в роботах [19,20].

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Пневмосистема складається з трьох приводів розташована, як показано на рис.1 та працює за наступним циклом: $1\text{-}KT\text{-}3\text{-}\bar{3}\text{-}\bar{1}\text{-}2\text{-}\bar{2}$.

Вид керування: шляхове, крім ходу вперед приводу 1, що контролюється по зусиллю.

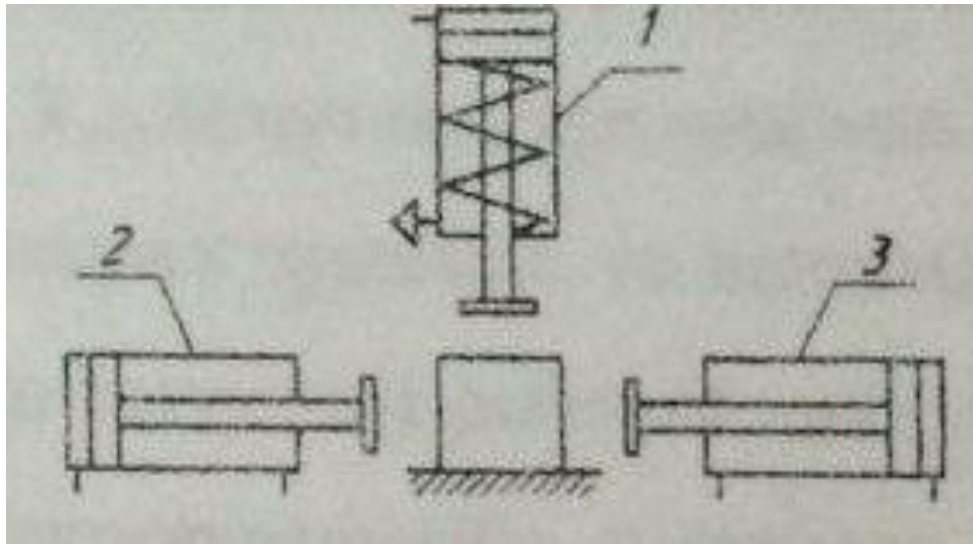


Рис. 2.1 Схема розташування приводів.

2. Принципова пневматична схема приводу

Виходячи з завдання на дипломну роботу була розроблена принципова схема пневматичної системи яка робить в автоматичному режимі за заданим циклом $1\text{-}KT\text{-}3\text{-}\bar{3}\text{-}\bar{1}\text{-}2\text{-}\bar{2}$

В якості датчиків станів в пневмосистемі використані шляхові пневмоклапани. Перший привод керується шляховим пневмоклапаном та клапаном послідовності .

Виконавчі приводи зображені в їх вихідному положенні у відповідності із завданням на КР. Для безпосереднього управління приводами використані пневморозподільники з двостороннім пневмоуправлінням. Їх особливістю є

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		31

механічне «запам'ятовування» переключеного положення розподільного елемента.

Кількість пневморозподільвачів у схемі відповідає числу виконуючих приводів. Для кожного пневморозподільвача на схемі виконується підвід живлення, вихід в атмосферу і лінії зв'язку з порожнинами приводу. Відповідно до виду управління, вказаному у завданні, в схемі встановлюються датчики станів, що контролюють роботу виконавчих приводів і подають вхідні сигнали управління в логічну частину пневмосистеми. Управління в системі (крім ходу вперед основного приводу) шляхове, тому за датчики станів використовуються шляхові пневмоклапани, які переключаються під механічним впливом рухомих елементів приводу в їх крайніх положеннях. На схемі це умовно представляється у вигляді кулачків, що закріплені на штоках пневмоциліндрів, і пневмоклапанів, встановлених на шляху їх руху в їх крайніх положеннях. Для основного приводу використовується контроль по тиску, який здійснюється за допомогою клапана послідовності, який в підключається до штокової порожнини приводу, де контролюється тиск.[19,20]

2.1. Опис роботи принципової пневматичної схеми приводу

Розроблена схема пневматичної системи представлена рис.2.2

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

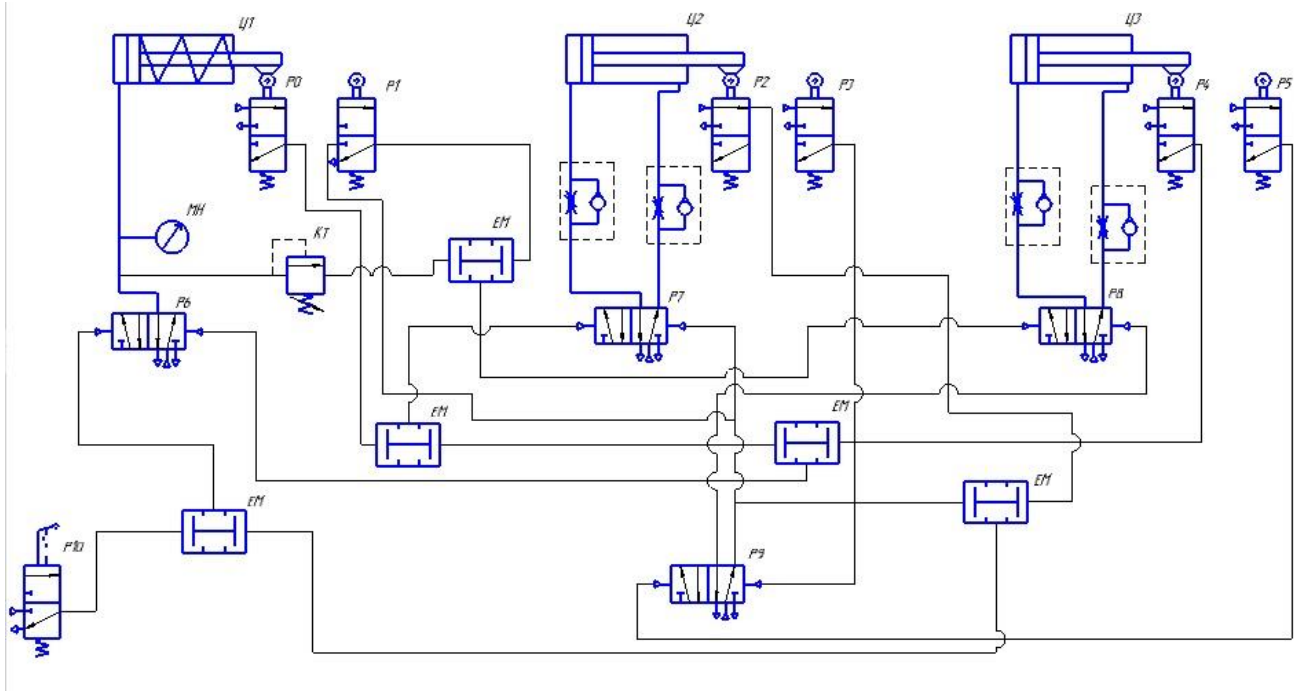


Рис.2.2. Схема пневматична принципова

Робота системи починається з переключення розподільника P10 у верхнє положення. В результаті настигнення кнопки P10 розподільник P6 перемикається в ліве положенні і циліндр Ц1 витягується, перемикаючи розподільник P1, він в свою чергу перемикнеться в ліве положення і Ц3 витягнеться. Після досягнення циліндром датчика P5 перемикнеться елемент пам'яті P9 – Ц3 почне втягуватись. Після цього спрацює датчик P4 і перемикнеться P6 – Ц1 втягнеться у вихідне положення і перемикне розподільник P7, Ц2 втягнеться, перемкнучи датчик P3, і перемикне елемент пам'яті P9 у початкове положення.

2.2. СТАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО ПРИВОДУ

При проектуванні пневмоциліндрів ми проводимо статичний та динамічний розрахунок силових виконавчих приладів. При статичному розрахунку знайдемо та виберемо конструктивні розміри. Для пневмоциліндру розрахуємо та оберемо діаметр циліндру D , діаметр штоку d та діаметр d_y умовного перерізу приєднувальних отворів та повітропроводів. Вихідними даними для розрахунку є: підведений абсолютний тиск стиснутого повітря p_n , технологічне /корисне/ навантаження P_2 , довжина ходу S , маса приєднаних до пневмоциліндру рухомих частин m , просторове розташування пневмоциліндру при його роботі, потрібний /або допустимий / час спрацювання або середня швидкість руху. Вони можуть доповнюватися даними про температурні умови роботи, які враховуються при виборі типу ущільнень та конструктивного матеріалу, о габаритних обмежень та інше. [19, 20]

Для затискних пневмоциліндрів двосторонньої дії:

P_0 – зусилля попереднього натягу пружини; c – жорсткість пружини.

Підборм із каталогу для пружини діаметром $D = 50$ мм., діаметр дроту якої

$d = 6.0$ мм., $c = 6,35$ Н/мм

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{P_2 \pm mg + P_0 + cs}{0.9(p_m - p_a)}}$$

Рахуємо діаметр Ц2.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{9.5 \cdot 10^3 \text{ Н} - 10 \text{ кг} \cdot 9,81 + 0,25 \cdot 10^3 + 6,35 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1}{0.9(0,7 \text{ МПа} - 0.1 \text{ МПа})}} = 0,152 \text{ м} = 152 \text{ мм.}$$

(2)

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

Знайдена величина D округляється до ближнього значення з нормованого ряду діаметрів по ГОСТ 6540-63 /в мм/ : 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 360, 400.

Приймаємо $D=160$ мм.

Діаметр штока знаходиться із співвідношення

$$d = (0.25..0.32)D$$

та округляється до найближчого значення, що береться з ряду /в мм/: 10, 12, 16, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 90.

$$d = (0.25..0.32)D = 0,3D = 0,3 \cdot 160 = 48 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d = 50$ мм.

Для розрахунку умовного проходу приєднувальних отворів пневмоциліндру за рекомендаціями методики обираємо за співвідношенням. Якщо при проектуванні заданий час спрацювання пневмоциліндру, що очікується, $t_{оч}$, то

$$d_y \cong D \sqrt{\frac{s}{w_{сер} t_{оч}}}, \quad (3)$$

де $w_{сер} = 17$ м/сек, $t_{оч}$ - заданий час спрацювання пневмоциліндру, що очікується.

$$d_y \cong 0,16 \sqrt{\frac{0,125}{17 \cdot 1}} = 0,0136 \text{ м} = 13,6 \text{ мм.} \quad (4)$$

Знайдене значення d_y приєднувального отвору пневмоциліндру округлимо до найближчого значення з нормалізованого ряду і вибираємо відповідну йому різьбу [20]

Приймаємо різьбу 10 мм, K1/4''

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35

2.3. Вибір трубопроводів і пневмоапаратури

Знайдене при статичному розрахунку основного приводу значення умовного проходу приєднувальних отворів використаємо для вибору трубопроводів, які зв'язують порожнини приводу з пневморозподільником, а також самого пневморозподільника. Їх прохідні розтини повинні відповідати вибраному значенню d_y . [20]

Для допоміжних приводів, щоб запобігти довгої номенклатури пневмоапаратів та трубопроводів, які використовують в пневмосистемі, ми використаємо пневморозподільвачі та їх лінії зв'яз, обрані аналогічними основному приводу, як це робиться звичайно на практиці [19].

Маслорозпилювач МР6

Умовний прохід, <i>мм</i>	6
Тиск, <i>МПа</i>	
номінальний	1,0
мінімальний	0,2
Витрата повітря при тиску 0,4 МПа, <i>м³/хв.</i>	
максимальна	0,23
мінімальна	0,04

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		36

Втрата тиску при вказаній витраті повітря, <i>МПа</i>	не більше	0,025
Пропускна здатність K_v , л/год.		0,6
Діапазон регулювання подачі масла при постійній витраті повітря, капл/хв.		
максимальному		0-40
мінімальному		0-15
Корисна ємність резервуара для масла, $см^3$		200
Довговічність, <i>г</i>		6000
Маса, <i>кг</i>		1.00

Зворотній пневмоклапан П-06 (ГОСТ 21324-75)

Умовний прохід, <i>мм</i>		6
Приєднувальна різьба		К 1/8"
Номінальний тиск, <i>МПа</i>		0,1
Витрата повітря при тиску 0,6 МПа, $м^3/хв.$		0,8
Втрата тиску при вказаній витраті повітря, <i>МПа</i>	не більше	0,003
Пропускна здатність K_v , л/год.		0,28
Довговічність, <i>г</i>		10^4
Маса, <i>кг</i>		0,350

Пневмо клапан послідовності В62-21

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

Умовний прохід, <i>мм</i>	4
Пропускна здатність K_v , <i>л/хв.</i>	2,2
Тиск, <i>МПа</i>	
номінальний	0,63
Втрата тиску при витраті повітря 0,4 Мпа, $м^3/хв.$	0,02

Пневморозподільник типу Camozzi 338-915 (P7-P8)

Умовний прохід, <i>мм</i>	6
Приєднувальна різьба	K1/8"
Тиск номінальний, <i>МПа</i>	0,1
Робочий тиск мінімальний, <i>МПа</i>	0,05
Тиск керування, мінімальний, <i>МПа</i>	0,25
Пропускна здатність K_v , <i>л/год.</i>	0,55
Час спрацювання, <i>с.</i>	
включення	0,063
виключення	0,08
Маса, <i>кг</i>	3,5

Пневморозподільник П РК-3 (P1-P5, P10, P11)

Умовний прохід, <i>мм</i>	4
Тиск, номінальний, <i>МПа</i>	1

Витрата повітря при тиску 0,4 МПа, $\text{м}^3/\text{хв.}$	0,032
Втрата тиску при вказаній витраті повітря, МПа	0,02
Пропускна здатність K_v , л/год.	0,27
Зусилля, необхідне для відкриття клапану при номінальному тиску, кг не більше	3,5 / 4,5
Довговічність, цикл	$1 \cdot 10^6$
Маса, кг	0,46/0,28

Редукційний пневмоклапан БВ57-13

Умовний прохід, мм	6
Приєднувальна різьба	К 1/8"
Тиск номінальний, МПа	1
Діапазон регулювання тиску на виході (тиск на лаштування), МПа	0,25- 0,63
Номінальна витрата повітря при тиску на виході 0,4 МПа, $\text{м}^3/\text{хв.}$	0,4
Зниження тиску на виході при зміні витрати повітря від 0 до номінальної величини, МПа не більше	0,3
Збільшення тиску на виході при зниженні тиску на вході від номінального значення до тиску настройки, МПа не більше	0,04
Перевищення тиску на виході над тиском настройки, при якому відкривається клапан відводу тиску в атмосферу, МПа. не більше	0,18
Довговічність, з	5000

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		39

Маса, кг	1,4
----------	-----

Фільтр вологовідділювач П-ФВ-10А

Умовний прохід, мм	10
Приєднувальна різьба	$K \frac{3}{8}''$
Тиск, МПа	
Номінальний	0,1
Мінімальний	0,01
Витрата повітря, м ³ /хв.	1.1
Номінальна	1,25
Мінімальна	0,25
Втрата тиску при номінальній витраті, МПа	не більше 0,008
Пропускна здатність K _v , л/год.	2,2
Ступінь вологовідділювання, %	не менше 90
Номінальна тонкість фільтрації, мкм	40
Довговічність, год.	6000
Маса, кг	2,00

Трубопроводи:

Вид трубопроводів: труби пластикові (ТУ 6-05-021-204-73).

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		40

Умовний прохід, <i>мм</i>	10
Товщина стінки, <i>мм</i>	1,2
Гідравлічний тиск випробування, <i>МПа</i>	2,5
Матеріал: полівінілхлорид ПБ-2 ТУ 6-05-021-204-73	

Пневмоциліндр Ц2:

Пневмоциліндр FESTO ADN-160-50 -P-A	
Діаметр поршня, <i>мм</i>	160
Діаметр штока, <i>мм</i>	50
Хід, <i>м</i>	0,125

Пневмоциліндр Ц3:

Пневмоциліндр FESTO ADN-160-50 -P-A	
Діаметр поршня, <i>мм</i>	160
Діаметр штока, <i>мм</i>	50
Хід, <i>м</i>	0,125

2.4. ДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО ПРИВОДУ

Динамічний розрахунок проводиться для циліндру 1

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		41

Задаюся параметрами для приводу односторонньої дії:

- хід $S = 0.125$ м;
- Діаметр поршня $D = 0.16$ м;
- Діаметр штока $d = 0.05$ м.

При динамічному розрахунку визначимо час спрацювання приводу, під котрим розуміють час t руху поршня в одному напрямку. Цей час складається з трьох складових : t_I – час підготовчого періоду – з початку переключення керуючого пристрою до початку руху поршня; t_{II} – час руху поршня, протягом якого поршень пройде весь заданий робочий шлях; t_{III} – час кінцевого періоду, впродовж якого тиск в робочій порожнині збільшується до потрібного значення [19].

В залежності від функціонального призначення приводу ті або інші інтервали часу являються найбільш суттєвими. У транспортуючих пневмоприводах є найбільш суттєвим є час руху поршня, а заключний період не розглядається [20].

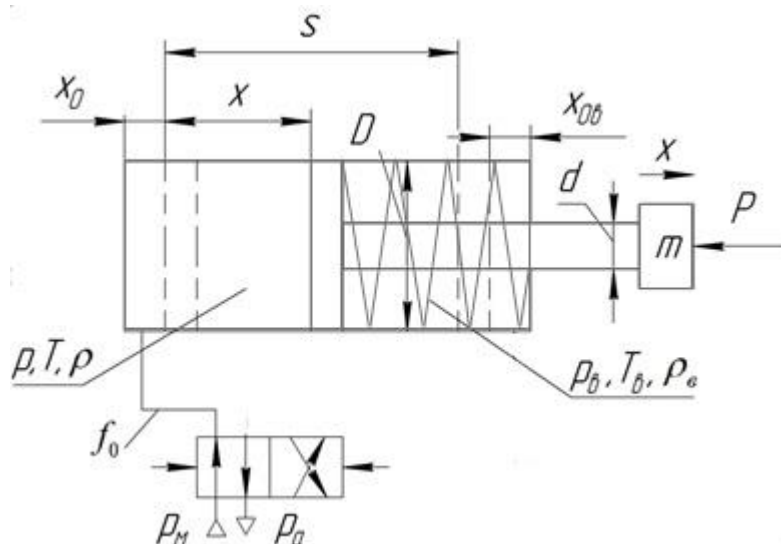


Рис. 4. Розрахункова схема пневмоприводу

На рис.4 показана розрахункова схема пневмоприводу, основним елементом котрого є поршневий пневмоциліндр односторонньої дії.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		42

Положення циліндра визначається поточною координатою x . В початковому положенні /показано пунктиром/ $x = 0$, але між поршнем та кришкою циліндру завжди є невеликий об'єм – шкідливий об'єм. Фіктивна координата x_0 , характеризує мінімальний розрахунковий об'єм робочої порожнини циліндру, котрий повинен бути наповнений стиснутим повітрям, перед тим як поршень почне рух. Фактичний мінімальний об'єм робочої порожнини дорівнює додатку шкідливого об'єму до об'єму трубопроводу, що зв'язує робочу порожнину з виходом пневморозподільвача. Однак при розрахунку врахуємо, що умови наповнення порожнини та об'єму рівномірно розподіленого по довжині трубопроводу не є однаковими, тому фактичний об'єм трубопроводу замінюється його розрахунковим (приведеним) значенням. Координата x_0 розраховується по формулі: [19]

$$x_0 = \frac{V_{P\min}}{F} = \frac{V_0 + V_{PT}}{F}, \quad (5)$$

де $V_{P\min}$ – мінімальний розрахунковий об'єм робочої порожнини;

F – площа поршня з боку робочої порожнини;

V_0 – шкідливий об'єм циліндру;

V_{PT} – розрахунковий (приведений) об'єм трубопроводу.

$$V_0 = 0,015 \cdot F \cdot s = 0,015 \frac{\pi \cdot D^2}{4} s = 0,015 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} \cdot 0,125 = 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

де s – робочий хід привода.

Пізніше знайдемо, що $V_{PT} = 67,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$.

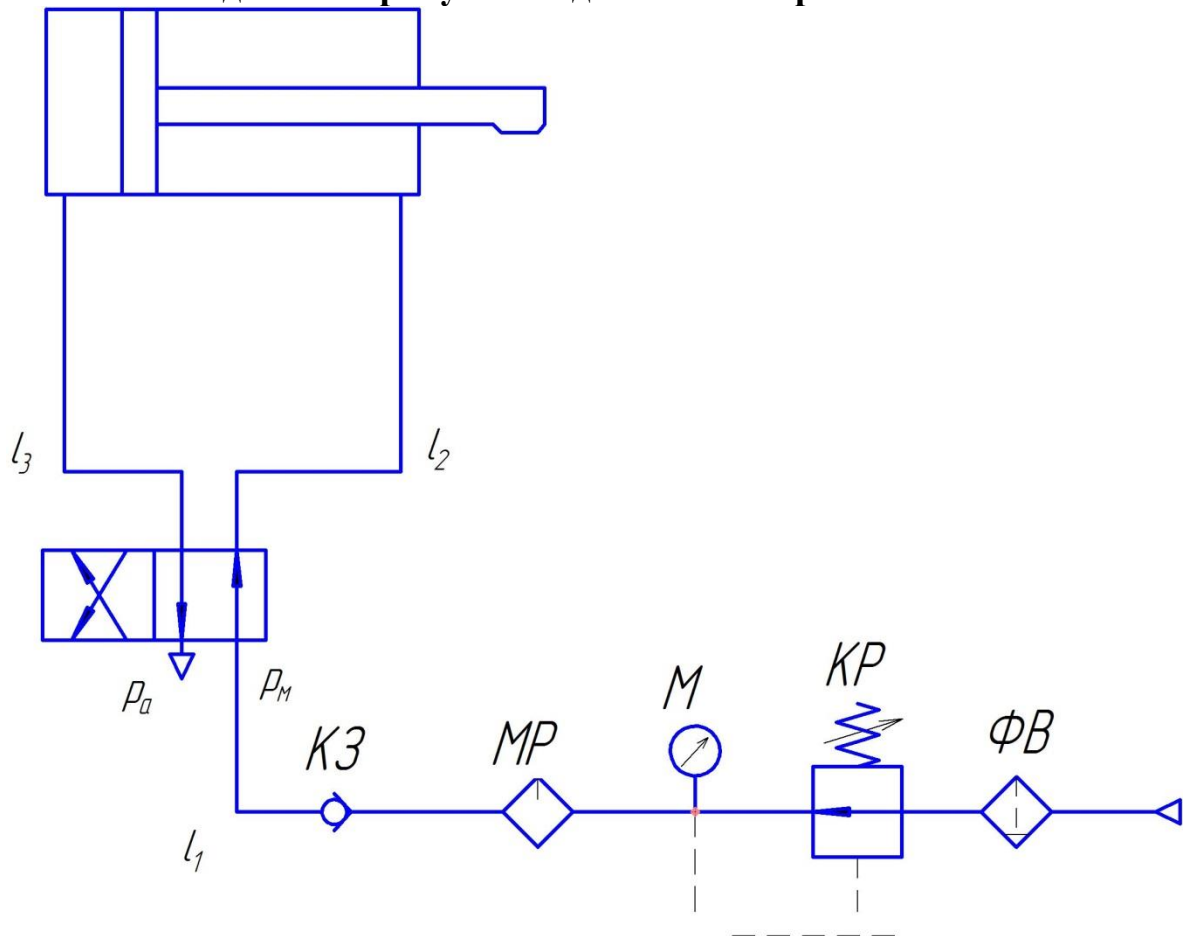
Підставимо значення в і знайдемо x_0 :

$$x_0 = \frac{9,4 \cdot 10^{-6} + 67,8 \cdot 10^{-6}}{\frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4}} = 0,01 \text{ м}.$$

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2.5. Знаходження пропускної здатності пневмоліній

2.5.1. Знаходження пропускної здатності напірної пневмолінії



Так як напірна пневмолінія нашої схеми складається з двох частин трубопроводу, що зв'язують між собою елементи пневмоапаратури, на яких будемо визначати пропускну здатність напірної пневмолінії, то ефективна площа перерізу являє собою приведену величину. [19]

При послідовному з'єднанні елементів та ділянок напірної пневмолінії маємо:

$$\frac{1}{f_e^2} = \frac{1}{f_{e_{MP}}^2} + \frac{1}{f_{e_{K3}}^2} + \frac{1}{f_{e_{T1}}^2} + \frac{1}{f_{e_P}^2} + \frac{1}{f_{e_{T2}}^2} \quad (6)$$

Значення пропускної здатності: для розподільника Р7 $K_V=0,55$ л/год., для маслорозпилювача $K_V=0,6$ л/год., для зворотного пневмоклапана 12-1К $K_V=0,28$ л/год.

По формулі (7) знаходимо ефективну площу розподільника, маслорозпилювача, фільтра-вологовідділювача і зворотного пневмоклапана. [20]

$$f_e = \frac{K_V}{5 \cdot 10^4}, \quad (7)$$

$$f_{eP} = \frac{K_{VP}}{5 \cdot 10^4} = \frac{0,55}{5 \cdot 10^4} = 0,11 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$f_{e\Phi B} = \frac{K_{V\Phi B}}{5 \cdot 10^4} = \frac{2,2}{5 \cdot 10^4} = 0,44 \cdot 10^{-4}$$

$$f_{eM} = \frac{K_{VM}}{5 \cdot 10^4} = \frac{0,6}{5 \cdot 10^4} = 0,12 \cdot 10^{-4}$$

$$f_{eK3} = \frac{K_{VK3}}{5 \cdot 10^4} = \frac{0,28}{5 \cdot 10^4} = 0,056 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Знайдемо f_{eT1} , для цього знайдемо коефіцієнт сумарних витрат ζ_1 по формулі:

$$\zeta_1 = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{l_{T1}}{d} = \frac{0,03}{2} \cdot \frac{10}{0,010} = 7,5 \quad (8)$$

де $\lambda=0,03$ – коефіцієнт тертя для повітря,

$d=0,01$ м – діаметр трубопроводу,

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$l_{T1}=10$ м – довжина першої ділянки трубопроводу.

За величиною ζ_1 , використовуючи графік $\mu=f(\zeta)$ (рис. 5), знаходимо величину $\mu_1=0,4$.

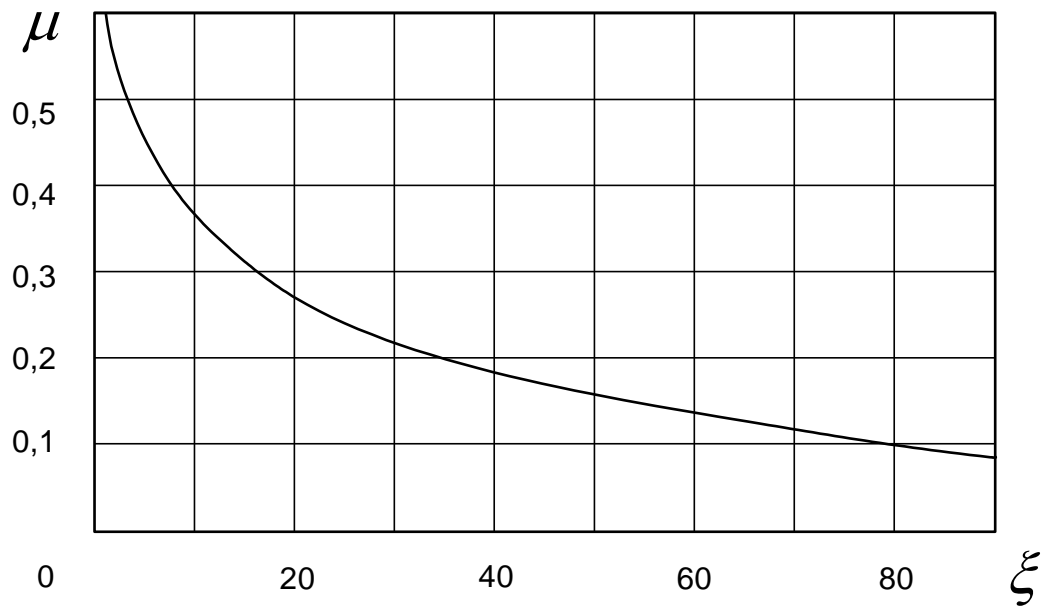


Рис. 5. Графік залежності $\mu=f(\zeta)$.

Потім розраховуємо ефективну площу:

$$f_{e_{T1}} = \mu_1 \cdot f_{T1}, \quad (9)$$

де f_{T1} – площа перетину трубопроводу.

$$f_{T1} = \frac{\pi \cdot d_{T1}^2}{4}.$$

Підставимо значення:

$$f_{e_{T1}} = 0,4 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,010^2}{4} = 45 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Так само і для другої ділянки трубопроводу:

Коефіцієнт сумарних витрат ζ_2 :

$$\zeta_1 = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{l_{T2}}{d} = \frac{0,03}{2} \cdot \frac{0,5}{0,010} = 0,75 \quad (10)$$

де $\lambda=0,03$ – коефіцієнт тертя для повітря,

$d=0,01\text{м}$ – діаметр трубопроводу,

$l_{T2}=0,5\text{м}$ – довжина другої ділянки трубопроводу.

За величиною ζ_2 , використовуючи графік $\mu=f(\zeta)$ (рис. 5), знаходимо величину $\mu_2=0,8$.

Потім розраховуємо ефективну площу:

$$f_{eT2} = \mu_2 \cdot f_{T2}, \quad (11)$$

де f_{T2} – площа перетину трубопроводу.

$$f_{T2} = \frac{\pi \cdot d_{T2}^2}{4}.$$

Підставимо значення:

$$f_{e2} = 0,8 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,010^2}{4} = 45 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Підставимо отримані значення в формулу (6), отримаємо:

$$\frac{1}{f_e^2} = \frac{1}{(11 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(44 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(5,6 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(12 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(45 \cdot 10^{-6})^2};$$

$$f_e = \frac{1}{\sqrt{3,7 \cdot 10^9}} = 1,64 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2.5.2. Знаходження пропускної здатності пневмолінії вихлопу

Так як пневмолінія нашої схеми складається з двох частин трубопроводу, що зв'язують між собою елементи пневмоапаратури, на яких будемо визначати пропускну здатність пневмолінії вихлопу, то ефективна площа перетину являє собою приведену величину. [20]

При послідовному з'єднанні елементів та ділянок пневмолінії вихлопу маємо:

$$\frac{1}{f_{ев}^2} = \frac{1}{f_{ев_{T2}}^2} + \frac{1}{f_{ев_P}^2} \quad (12)$$

Значення пропускної здатності: для розподільника Р7 $K_V=0,55$ л/год.

По формулі (12) знайдемо ефективну площу розподільника.

$$f_{ев} = \frac{K_V}{5 \cdot 10^4}, \quad (13)$$

$$f_{ев_P} = \frac{K_{VP}}{5 \cdot 10^4} = \frac{0.55}{5 \cdot 10^4} = 0.11 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Знайдемо $f_{ев_{T2}}$, для цього знайдемо коефіцієнт сумарних витрат ζ_2 по формулі:

$$\zeta_2 = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{l_{T2}}{d}, \quad (14)$$

де $\lambda=0,03$ – коефіцієнт тертя для повітря,

$d=0,010\text{м}$ – діаметр трубопроводу,

$l_{в_{T2}}=0,5\text{м}$ – довжина першої ділянки трубопроводу.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\zeta_{\epsilon_2} = \frac{0,03}{2} \cdot \frac{0,5}{0,010} = 0,75.$$

За величиною ζ_{ϵ_2} , використовуючи графік $\mu=f(\zeta)$ (рис. 3), знаходимо величину $\mu_{\epsilon_2}=0,6$.

Потім розраховуємо ефективну площу:

$$f_{\epsilon_{T2}} = \mu_{\epsilon_2} \cdot f_{\epsilon_{T1}}, \quad (15)$$

де $f_{\epsilon_{T2}}$ – площа перерізу трубопровода.

$$f_{\epsilon_{T2}} = \mu \cdot \frac{\pi \cdot d_{\epsilon_{T2}}^2}{4} = 0,6 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,010^2}{4} = 67,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Підставимо отримані значення в формулу (12), отримаємо:

$$\frac{1}{f_{\epsilon}^2} = \frac{1}{(67,9 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(11 \cdot 10^{-6})^2} = 0,065 \cdot 10^{10} \text{ м}^2;$$

$$f_{\epsilon} = \frac{1}{\sqrt{0,065 \cdot 10^{10}}} = 39,176 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

2.6. Врахування об'ємів трубопроводів при динамічному розрахунку

2.6.1. Врахування об'ємів трубопроводів при динамічному розрахунку напірної пневмолінії

За методом врахування розподіленого об'єму трубопровода шляхом його приведення до зосередженого об'єму. Розрахунковий (приведений) об'єм визначається з виразу:

$$V_{PT} = k_v \cdot V_T, \quad (16)$$

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		49

де V_T – фактичний об'єм трубопровода;

$$V_T = \frac{\pi \cdot d_T^2}{4} \cdot l_{T2};$$

k_v – коефіцієнт приведення розподіленого об'єму до зосередженого.

Коефіцієнт k_v знаходиться по формулі:

$$k_v = \frac{f_e}{f'_e}, \quad (17)$$

де f_e – ефективна площа перерізу пневмолінії;

f'_e – ефективна площа перерізу тієї ж пневмолінії, але знайдена з урахуванням половини гідравлічного опору ділянки трубопровода, для якого визначається розрахунковий об'єм. [19]

Знайдемо ефективну площу на ділянці l_{T2} , із якої визначимо розрахунковий об'єм:

$$f'_{e_{T2}} = \mu_2 \cdot f'_{T2}. \quad (18)$$

Знайдемо для половини ділянки l_{T2} значення ζ'_2 :

$$\zeta'_2 = \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot l_{T2}}{d} = \frac{1}{2} \cdot 0,03 \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot 0,5}{0,010} = 0,375.$$

За величиною ζ'_2 використовуючи графік $\mu=f(\zeta)$ (рис. 5), знаходимо величину $\mu'_2 = 0,9$.

Підставимо знайдені значення в (18) та отримаємо:

$$f'_{e_{T2}} = 0,9 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,010^2}{4} = 101,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Щоб знайти f'_e скористаємось формулою .

$$\frac{1}{f_e'^2} = \frac{1}{f_{e_{MP}}^2} + \frac{1}{f_{e_{KЗ}}^2} + \frac{1}{f_{e_{T1}}^2} + \frac{1}{f_{e_P}^2} + \frac{1}{f_{e_{T2}}^2} \quad (19)$$

$$\frac{1}{f_e'^2} = \frac{1}{(101,7 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(44 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(11 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(12 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(5,6 \cdot 10^{-6})^2}$$

$$f'_e = \frac{1}{\sqrt{3,74 \cdot 10^9}} = 1,644 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

Знайдені значення підставимо в (17):

$$k_v = \frac{1,64 \cdot 10^{-5}}{1,644 \cdot 10^{-5}} = 0,99.$$

Далі підставимо k_v у формулу (16) і знайдемо V_{PT} :

$$V_{PT} = 0,99 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,010^2}{4} \cdot 0,6 = 67,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

[19, 20]

2.6.2. Врахування об'ємів трубопроводів при динамічному розрахунку пневмолінії вихлопу

Розрахунковий (приведений) об'єм лінії вихлопу визначаємо з виразу:

$$V_{PT6} = k_{v6} \cdot V_{T6}, \quad (20)$$

де V_{T6} – фактичний об'єм трубопровода;

$$V_{T6} = \frac{\pi \cdot d_T^2}{4} \cdot l_{T26};$$

k_{v6} – коефіцієнт приведення розподіленого об'єму до зосередженого.

Коефіцієнт k_{v6} знаходиться по формулі:

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$k_{\text{вг}} = \frac{f_{\text{ев}}}{f'_{\text{ев}}}, \quad (21)$$

де $f_{\text{ев}}$ – ефективна площа перерізу пневмолінії;

$f'_{\text{ев}}$ – ефективна площа перерізу тієї ж пневмолінії, але знайдена з урахуванням половини гідравлічного опору ділянки трубопровода, для якого визначається розрахунковий об'єм.

Знайдемо ефективну площу на ділянці $l_{T2\theta}$, із якої визначимо розрахунковий об'єм:

$$f'_{e_{T2}} = \mu_2 \cdot f'_{T2}. \quad (22)$$

Знайдемо для половини ділянки $l_{T2\theta}$ значення ζ'_2 :

$$\zeta'_2 = \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot l_{T2\theta}}{d} = \frac{1}{2} \cdot 0,03 \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot 0,5}{0,010} = 0,375.$$

За величиною ζ'_2 використовуючи графік $\mu=f(\zeta)$ (рис. 4), знаходимо величину $\mu'_2 = 0,9$. [19]

Підставимо знайдені значення в (21) та отримаємо:

$$f'_{e_{T2}} = 0,9 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,010}{4} = 101,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Щоб знайти $f'_{\text{ев}}$ скористаємось формулою (23).

$$\frac{1}{f_{\text{ев}}'^2} = \frac{1}{f_{\text{ев}T2}^2} + \frac{1}{f_{\text{ев}P}^2} = \frac{1}{(101,7 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(11 \cdot 10^{-6})^2} = 0,053 \cdot 10^{10} \text{ м}^2, \quad (23)$$

$$f'_{\text{ев}} = \frac{1}{\sqrt{0,094 \cdot 10^{10}}} = 41,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Знайдені значення підставимо в (21):

$$k_{v6} = \frac{39,176 \cdot 10^{-6}}{41,8 \cdot 10^{-6}} = 0,92.$$

Далі підставимо k_{v6} у формулу (20) і знайдемо V_{PT6} :

$$V_{PT6} = 0,92 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,012^2}{4} \cdot 0,6 = 61,21 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

2.7. Визначення часу підготовчого періоду

Час t_n підготовчого періоду ми знаходимо по формулі:

$$t_n = t_1 + t_2 + t_3, \quad (24)$$

де t_1 – час переключення розподільника (приводиться в технічній характеристиці)

$$t_1 = 0,063 \text{ с};$$

t_2 – час розповсюдження тиску в трубопроводах, що пов'язує порожнини пневмоциліндра і розподільника, визначається згідно формули:

$$t_2 = \frac{l_{T2}}{a}, \quad (25)$$

де l_{T2} – довжина трубопроводу, a – швидкість звуку в повітрі, що визначається як функція абсолютної температури повітря $a \approx 20\sqrt{T}$, котру можна прийняти рівною середній температурі навколишнього середовища $T = 290 \dots 293^\circ \text{К}$.

t_3 – час зміни тисків у порожнинах пневмоциліндра на момент початку руху поршня з місця. [19]

Підставимо значення в (25) і отримаємо:

$$t_2 = \frac{l_{T2}}{a} = \frac{l_{T2}}{20 \cdot \sqrt{T}} = \frac{0,5}{20 \cdot \sqrt{291}} = 0,002 \text{ с}.$$

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Для визначення складової t_3 часу підготовчого періоду ми розраховуємо час двох процесів: наповнення робочої порожнини від атмосферного тиску до тиску руху, при якому поршень починає рухатись з місця, і спорожнення порожнини вихлопу від магістрального тиску до тиску руху в порожнині вихлопу. Якщо знайдені періоди не рівні, тоді за час t_3 приймається більший з них. [19]

Час наповнення робочої порожнини визначається із виразу:

$$t_{\text{нап}} = 3.62 \cdot 10^{-3} \frac{V_{p \min}}{f_e} [\psi_1(\sigma_p) - \psi_1(\sigma_a)] \quad (26)$$

де $V_{p \min}$ – мінімальний розрахунковий об'єм робочої порожнини;

$$V_{p \min} = V_o + V_{pT} = 4,02 \cdot 10^{-6} + 67,6 \cdot 10^{-6} = 71,62 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

f_e – ефективна площа прохідного перерізу лінії підводу, $f_e = 14,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$;

$\sigma = p / p_m$ – безрозмірний тиск в робочій порожнині пневмоциліндру, що є відношення поточного тиску в цій порожнині до тиску, що підводиться від живлення;

$\sigma_a = p_a / p_m$ - безрозмірний тиск, що відповідає початку наповнення;

$$\sigma_a = 0.1 / 0.5 = 0.2$$

$\psi_1(\sigma_p), \psi_1(\sigma_a)$ – функції тиску, що визначаються згідно графіку на рис.6 [19, 20]

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

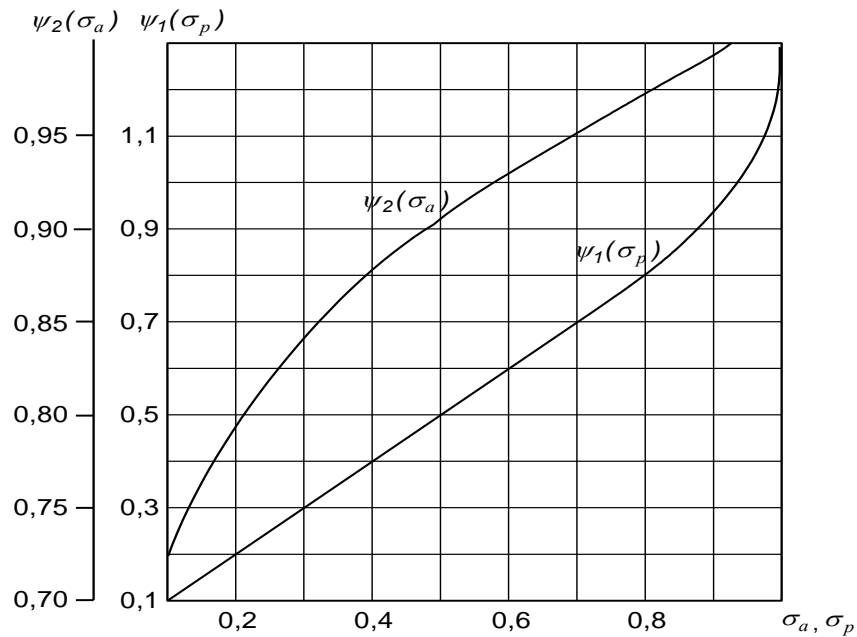


Рис. 6

Час спорожнення порожнини вихлопу від початкового в ній тиску $p_{\text{впоч}} = p_m$ до тиску руху $p_{\text{вр}}$ в момент початку руху поршня з місця визначається згідно залежності:

$$t_{\text{он}} = 2.53 \cdot 10^{-2} \frac{V_{p\phi}}{f_{\text{ве}} \cdot \sigma_a^{2k}} [\psi_2(\sigma_{\text{вр}}) - \psi_2(\sigma_a)]. \quad (27)$$

Тут $V_{p\phi} = V_{p\phi \text{ min}} + F_{\phi} \cdot s$ – розрахунковий об’єм порожнини вихлопу,

$$V_{p\phi} = (V_o + V_{pT\phi}) + \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot s = (4,02 \cdot 10^{-6} + 61,21 \cdot 10^{-6}) + \frac{3,14 \cdot (0,16^2 - 0,05^2)}{4} \cdot 0,125 = 2,787 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$\sigma_1 = p_a / p_{\phi}$ – безрозмірний тиск в порожнині вихлопу, що є відношенням атмосферного тиску p_a до поточного значення тиску у цій порожнині,

$\sigma_a = \sigma_{\text{ва}} = p_a / p_m$ – безрозмірний тиск в порожнині вихлопу на початку

$$\text{спорожнення, } \sigma_a = \sigma_{\text{ва}} = \frac{0,1 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^6} = 0,2;$$

$\psi_2(\sigma_{ep}), \psi_2(\sigma_a)$ – функції тиску в порожнині тиску, що визначається згідно графіка на рис. 5.

k – показник адіабати, $k=1,4$.

Необхідні для розрахунку тиски руху визначаються з рівняння рівноваги сил, діючих на поршень на початку руху:

$$p_{\epsilon} \cdot F - p_{ep} \cdot F_{\epsilon} - P = 0. \quad (28)$$

В рівняння входить сила опору руху

$$P = P_1 + P_2 \pm mg + p_a(F - F_{\epsilon}), \quad (29)$$

яка включає в себе силу тертя P_1 , корисне навантаження P_2 , масову силу mg , що не враховується при горизонтальному розташуванні циліндра, а також поправку $p_a(F - F_{\epsilon})$. [20]

Значення P_1 знайдемо із формули:

$$P_1 = k_T \cdot (m_1 + m_2) \cdot g, \quad (30)$$

де k_T – коефіцієнт тертя, $k_T=0,17$;

m_1 – маса рухомих частин привода (крім вантажу, що переміщається), $m_1=4\text{кг}$;

m_2 – маса вантажу, що переміщається, $m_2=0$.

Підставимо значення в (30), отримаємо:

$$P_1 = 0,17 \cdot (4 + 0) \cdot 9,81 = 7\text{Н}.$$

Знайдемо P , підставивши всі значення в (28):

$$P = 7 + 1 \cdot 10^3 + 39 + 0,1 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} - \frac{3,14 \cdot (0,16^2 - 0,05^2)}{4} \right) = 205\text{Н}.$$

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Так як в рівнянні (28) два невідомих то воно має множину рішень, з яких тільки одне вірне. Для його знаходження використовується метод підбору.

Присвоюємо значенню $p_p=p_m=0,6\text{МПа}$ і згідно рівняння (28) знаходиться відповідне значення p_{ep} :

$$p_{ep} = \frac{p_p \cdot F - P}{F_e};$$

$$p_{ep} = \frac{0,5 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} - 205}{\frac{3,14(0,16^2 - 0,05^2)}{4}} = 0,76 \cdot 10^6 \text{ Па} = 0,76 \text{ МПа}.$$

$$\text{Найдемо } \sigma_p = \frac{p_p}{p_m} = \frac{0,5 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^6} = 1.$$

Знаходимо значення функцій $\psi_1(\sigma_p = 1) = 1,27$, $\psi_1(\sigma_a = 0,2) = 0,47$

по графіку на рис. 6.

Визначаємо по формулі (26) t_{nan} :

$$t_{nan} = 3,62 \cdot 10^{-3} \frac{71,62 \cdot 10^{-6}}{14,8 \cdot 10^{-6}} [1,27 - 0,47] = 0,002 \text{ с}.$$

Знаходимо значення функцій по графіку на рис. 6.

$$\psi_2(\sigma_{ep} = 0,13) = 0,72, \psi_2(\sigma_a = 0,2) = 0,47..$$

Визначаємо по формулі (27) t_{on} :

$$t_{on} = 2,53 \cdot 10^{-2} \frac{2,787 \cdot 10^{-3}}{39,176 \cdot 10^{-6} \cdot 0,167^{\frac{1,4-1}{2 \cdot 1,4}}} [0,72 - 0,47] = 0,71 \text{ с}.$$

Оскільки $t_{nan} \leq t_{on}$, то підбір правильний.

Приймаю більше значення t_3

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Підставимо значення в (24) і знайдемо час t_n підготовчого періоду:

$$t_n = t_1 + t_2 + t_3 = 0,063 + 0,002 + 0,71 = 0,775 \text{ с.}$$

2.8. Визначення часу руху

Рух поршня пневмоциліндру двосторонньої дії ми описуємо системою диференціальних рівнянь, в яку входять рівняння руху поршня як твердого тіла і два рівняння енергетичного балансу, що характеризують зміну тисків в кожній з порожнин пневмоциліндру:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= \frac{1}{m} (pF - p_{\epsilon} F_{\epsilon} - P); \\ \frac{dp}{dt} &= \frac{k}{x + x_0} \left[\frac{f_e \cdot K \cdot \rho_m \sqrt{RT_m} \cdot \varphi(\sigma)}{F} - p \cdot \frac{dx}{dt} \right]; \\ \frac{dp_{\epsilon}}{dt} &= \frac{k}{s + x_{0\epsilon} - x} \left[p_{\epsilon} \cdot \frac{dx}{dt} - \frac{f_{\epsilon e} \cdot K \cdot p_{\epsilon}^{\frac{3k-1}{2k}} \sqrt{RT_m} \cdot \varphi(\sigma_{\epsilon})}{F_{\epsilon} \cdot p_m^{\frac{k-1}{2k}}} \right]. \end{aligned} \quad (31)$$

Тут $k = 1.4$ – показник адіабати, $K = \sqrt{\frac{2k}{k-1}}$ – коефіцієнт, R – газова постійна (для сухого повітря $R = 287 \text{ Дж/кг град}$), T_m – абсолютна температура повітря, що підводиться з магістралі, [19]

$\varphi(\sigma)$, $\varphi(\sigma_{\epsilon})$ – функція витрати, що визначається згідно до формули

$$\varphi(\sigma) = \sqrt{\sigma^{\frac{2}{k}} - \sigma^{\frac{k+1}{k}}}. \quad (32)$$

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		58

У загальному вигляді система рівнянь (31) рішення не має. Вона може бути вирішена тільки шляхом числового інтегрування. [19]

Початковими параметрами при інтегруванні є: $x_n = 0; \left(\frac{dx}{dt}\right)_n = \dot{x}_n = 0;$

$$\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)_n = \ddot{x}_n = 0; p_n = p_p; \sigma_n = \frac{p_p}{p_m} = \sigma_p; p_{en} = p_{ep}; \sigma_{en} = \frac{p_a}{p_{ep}} = \sigma_{ep}.$$

Інтегрування ведеться до тих пір, поки не буде знайдене значення кінцевої координати поршня $x_{кін} \geq s$.

Система рівнянь (31) після переходу від дійсних величин до безрозмірних приймає вигляд:

$$\ddot{\xi} = \frac{1}{N^2} \left(\sigma - \frac{\sigma_a}{\alpha \cdot \sigma_\epsilon} - \chi \right);$$

$$\frac{d\sigma}{d\tau} = \frac{k}{\xi_0 + \xi} [\varphi(\sigma) - \sigma \cdot \dot{\xi}]; \quad (33)$$

$$\frac{d\sigma_\epsilon}{d\tau} = \frac{k}{\xi_{0\epsilon} + 1 - \xi} \left[\alpha \cdot \omega \cdot \sigma_a^{\frac{k-1}{2k}} \cdot \sigma_\epsilon^{\frac{k+1}{2k}} \cdot \varphi(\sigma_\epsilon) - \sigma_\epsilon \cdot \dot{\xi} \right].$$

Тут $\ddot{\xi}$ – прискорення поршня;

N – конструктивний (узагальнюючий) параметр,

$$N = 352 \frac{f_e}{D^3} \sqrt{\frac{mg}{p_m \cdot s}} = 352 \cdot \frac{14,8 \cdot 10^{-6}}{0,1^3} \sqrt{\frac{4 \cdot 9,81}{0,6 \cdot 10^6 \cdot 0,1}} = 0,36.$$

Тиск в робочій порожнині $\sigma = \frac{p}{p_m};$

Відношення площ поршня в порожнинах циліндра $\alpha = \frac{F}{F_\epsilon};$

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\alpha = \frac{\frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4}}{3,14 \cdot \frac{(0,1^2 - 0,032^2)}{4}} = 1,19;$$

Тиск в порожнині вихлопу $\sigma = \frac{p_a}{p_e};$

$$\text{Безрозмірне навантаження } \chi = \frac{P}{p_m \cdot F} = \frac{1 \cdot 10^3}{0,6 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4}} = 0,645;$$

Початкові параметри при числовому інтегруванні:

$$\xi_n = 0; \dot{\xi}_n = 0; \ddot{\xi}_n = 0; \sigma_n = \sigma_p; \sigma_{en} = \sigma_{ep};$$

Тоді рівняння динаміки прямого ходу привода буде мати такий вигляд:

$$\sigma_p - \frac{\sigma_a}{\alpha \cdot \sigma_{ep}} - \chi = 0. \quad (34)$$

В (33) приймемо $\sigma_p = 1$, тоді:

$$\sigma_{ep} = \frac{\sigma_a}{\alpha \cdot (1 - \chi)} = \frac{0,2}{1,08 \cdot (1 - 0,645)} = 0,4.$$

Сума інтегралів безрозмірного часу на всіх кроках числового інтегрування в межах зміни ξ від 0 до 1 дає безрозмірний час руху поршня τ_s , який переводиться в дійсний час згідно формули:

$$t_p = 1,03 \cdot 10^{-3} \frac{s D^2}{f_e} \tau_s. \quad (35)$$

Для спрощеного методу знаходження часу руху поршня спочатку ми визначили як рухається поршень циліндру, рівноприскорено або рівномірно. [20]

Прихильність приводу до рівноприскореного чи рівномірного руху і можливість використання для розрахунку часу руху спрощених формул

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		60

оцінюється по величині конструктивного параметру N . Він порівнюється зі значенням N^* , отриманому з виразу

$$N^* = \frac{1}{\dot{\xi}_y} \sqrt{\frac{1 - \frac{\sigma_a}{\alpha} - \chi}{2}}. \quad (36)$$

Значення $\dot{\xi}_y$ знаходимо з додатку 2 [21], де для $\chi = 0,645$ та $\sigma = 0,15$ при співвідношенні знаходимо що $\dot{\xi}_y = 0,526$; $\sigma_y = 0,462$

$$N^* = \frac{1}{\dot{\xi}_y} \sqrt{\frac{1 - \frac{\sigma_a}{\alpha} - \chi}{2}} = \frac{1}{0,543} \sqrt{\frac{1 - \frac{0,2}{1,08} - 0,645}{2}} = 0,53.$$

Тобто $N < N^*$; $0,252 < 0,524$ Має місце рівноприскорений рух.

Рівноприскорений можливий при значній масі рухомих частин та великій перепускній здатності ліній підводу та вихлопу. Із-за інерційності рухомих частин їх розгін відбувається повільно та триває на протязі усього руху поршня. На поршні встановлюється максимальний перепад тисків, тому що процеси наповнення і спорожнення порожнин пневмоциліндру протікають скоріше, ніж зміна їх об'єму. Тому при русі поршню в робочій порожнині підтримується тиск p_m , а в порожнині вихлопу – p_a . Для таких умов рівняння, що характеризують зміну тисків, втрачають сенс і при динамічному розрахунку розглядаються лише рівняння руху поршня, у якому $\sigma = 1$ [19]

та $\sigma_g = 1$;

$$\ddot{\xi} = \frac{1}{N^2} \left(1 - \frac{\sigma_a}{\alpha} - \chi \right).$$

Після подвійного інтегрування (постійні інтегрування знаходяться при початкових умовах, інакше кажучи при $\tau = 0$, $\dot{\xi} = 0$, $\xi = 0$) знаходимо:

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		61

$$\xi = \frac{1}{N^2} \left(1 - \frac{\sigma_a}{\alpha} - \chi \right) \cdot \frac{\tau^2}{2}.$$

Безрозмірний час повного руху τ_s знаходиться при $\xi = 1$:

$$\tau_s = N \sqrt{\frac{2}{1 - \frac{\sigma_a}{\alpha} - \chi}} = 0,252 \sqrt{\frac{2}{1 - \frac{0,2}{1,08} - 0,645}} = 0,915.$$

Тоді

$$t_p = 1,03 \cdot 10^{-3} \frac{sD^2}{f_e} \tau_s = 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,1 \cdot 0,16^2}{14,8 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,915 = 0,32c.$$

2.9. Визначення часу заключного періоду

Час заключного періоду визначається тривалістю тисків в порожнинах пневмоциліндру після зупинки поршня наприкінці руху, тобто тривалістю процесів наповнення і спорожнення робочої і вихлопної порожнин, в яких повинні встановитися стабільні тиски – магістральний в робочій і атмосферний в порожнині вихлопу. Для визначення часу цих процесів використовуються залежності (26) і (28) з урахуванням умов, які змінилися. Робоча порожнина з розрахунковим об'ємом [20]

$$V_p = V_{p.min} + Fs = 71,62 \cdot 10^{-6} + 0,0031 \cdot 0,8 = 4,093 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

наповнюється від тиску p_k в момент зупинки поршня наприкінці руху до тиску p_m . Їм відповідають безрозмірні значення $\sigma_k = \frac{p_k}{p_m}$ і $\sigma = \frac{p_m}{p_m} = 1$. Розрахунковий об'єм порожнини вихлопу

$$V_{pv} = V_{pv.min} = 5,321 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

а діапазон зміни тиску – від $p_{вк}$ до p_a , або від $\sigma_{вк} = p_a/p_{вк}$ до $\sigma_s = p_a/p_s = 1$ в безрозмірних величинах.

Визначаємо час наповнення робочої порожнини:

$$t_{nan} = 3,62 \cdot 10^{-3} \frac{V_p}{f_e} [\psi_1(\sigma_m) - \psi_1(\sigma_k)].$$

$$\sigma_k = 1;$$

$$\sigma_{pK} = 0,493.$$

Знаходимо значення функції по графіку на рис. 6

$$\psi_1(\sigma_m = 1) = 1,27, \quad \psi_1(\sigma_k = 0,49) = 0,5.$$

$$t_{nan} = 3,62 \cdot 10^{-3} \frac{4,093 \cdot 10^{-5}}{14,8 \cdot 10^{-6}} [1,27 - 0,5] = 0,56 \text{ с}.$$

Визначаємо час випорожнення порожнини вихлопу:

$$t_{оп} = 2,53 \cdot 10^{-2} \frac{V_{pv}}{f_{вс} \cdot \sigma_a^{\frac{2k}{k-1}}} [\psi_2(\sigma_{vy}) - \psi_2(\sigma_B)]$$

$$\sigma_{vy} = \frac{0,2}{(0,49 - 0,123) \cdot 1,08} = 0,505$$

$$\sigma_B = 1$$

Знаходимо значення функції по графіку на рис. 6

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\psi_2(\sigma_{BY} = 0,505) = 0,93, \quad \psi_2(\sigma_B = 1) = 1,16.$$

$$t_{on} = 2,53 \cdot 10^{-2} \frac{61,21 \cdot 10^{-6}}{39,176 \cdot 10^{-6} \cdot 0,2^{\frac{1,4-1}{2,1,4}}} [1,16 - 0,93] = 0,011 \text{ с.}$$

За час заключного періоду $t_{зак}$ приймається найбільше із знайдених значень $t_{нап}$ і $t_{спор}$, тобто $t_{зак} = 0,56 \text{ с.}$

2.10. Визначення часу прямого ходу

$$t_{nx} = t_n + t_p + t_{зак}, \quad (37)$$

Підставимо знайдені значення у формулу (37) і одержимо:

$$t_{nx} = 0,775 + 0,32 + 0,56 = 1,655 \text{ с.}$$

2.11. Діаграма роботи пневмоциліндра двосторонньої дії

На цій діаграмі (рис. 6) представлені три взаємопов'язані графіки: переміщення поршня $x = f(t)$, зміна тиску в лівій порожнині пневмоциліндра $p_n = f(t)$ і в правій порожнині $p_p = f(t)$. [20]

У вихідному положенні поршня штокова порожнина пневмоциліндра з'єднана з живленням, а поршнева – з атмосферою. Початком роботи вважається момент подачі керуючого сигналу на переключення пневморозподільника, при якому поршень виконує прямий хід (час прямого ходу t_{nx}). Після можливого відстою (технологічний час $t_{техн}$) починається зворотній рух поршня (час t_{zx}). Час повного робочого циклу $t_{ц} = t_{nx} + t_{техн} + t_{zx}$. [19]

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		64

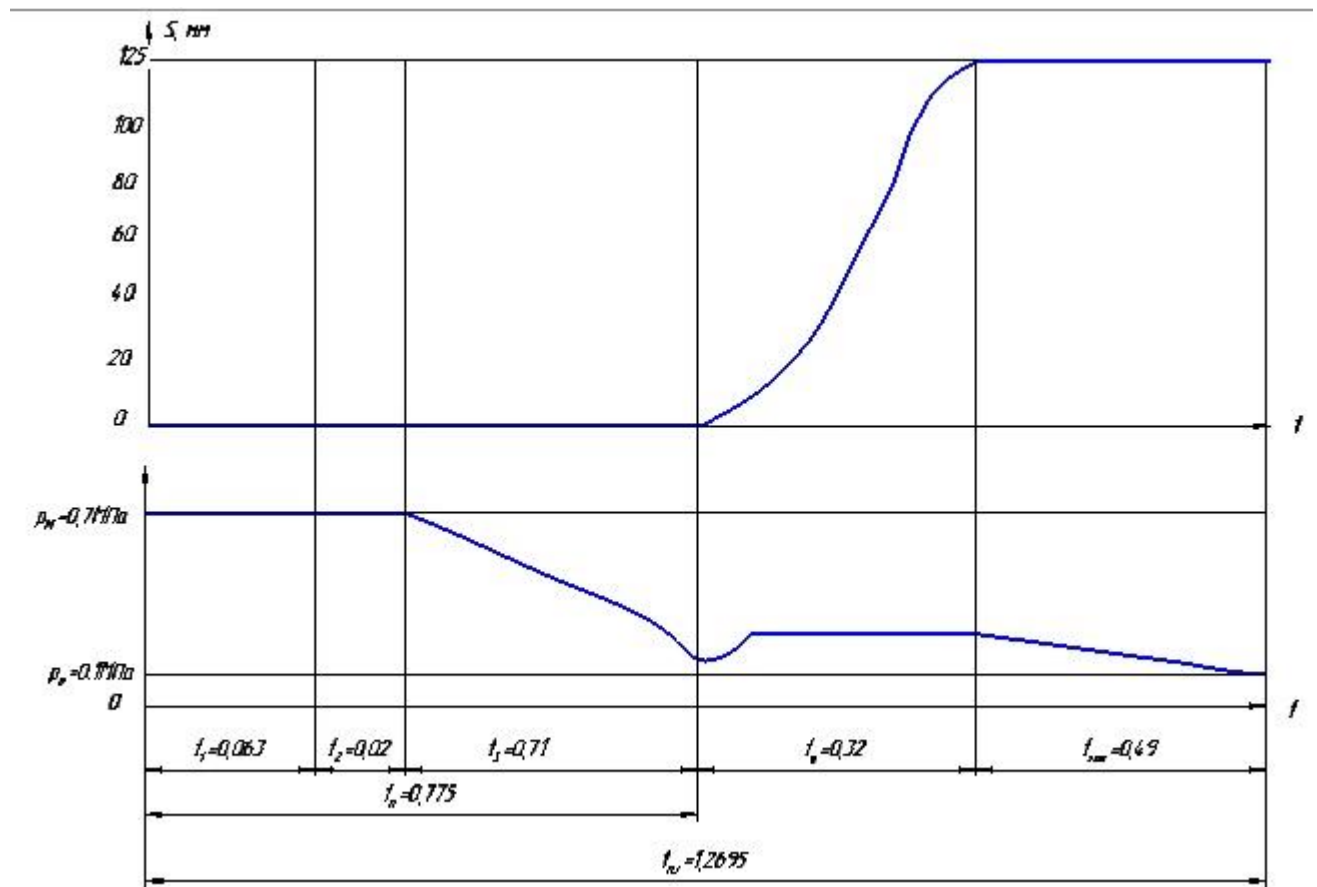


Рис.2.7 Діаграма роботи пневмоциліндра двосторонньої дії

Висновки. Згідно розрахункам пневматичний привод відповідає заданим параметрам у технічному завданні, так як $t_{оч.}$ більше $t_{пх.}$, тому при даних параметрах система буде давати необхідний результат.

3.3 Технологічний процес

Деталь являє собою циліндр з фасками на обох краях та з отворами.

Оптимальною буде наступна послідовність обробки:

Порядок роботи	ITi	Ra
Торці	14	6.3
Фаски	12	6.3
Свердлення	14	6.3

3.4 Проектування технологічного процесу виготовлення деталі

1.Точіння торця на верстаті ЧПУ

Обладнання: верстат горизонтально фрезерний з ЧПУ 6904ВМФ2Т

Система оснастки: оснастка універсальна.

Різальний інструмен: відрізний різець Т15К5

Порядок роботи: зафіксувати заготовку, зрізати необхідні розміри, перевернути заготовку та повторити з іншого боку.

Зрізати торці 1 (рис 3.2) до розміру 300мм

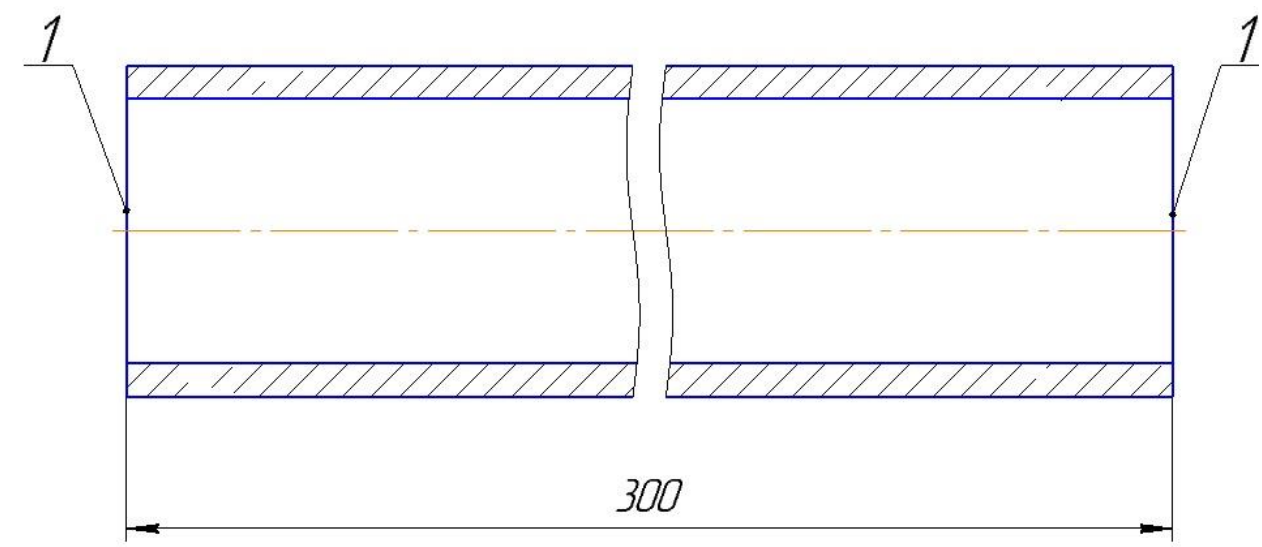


Рис 3.2 Схема обробки торців

2. Токарна з ЧПУ

Вид обладнання: верстат горизонтально фрезерний з ЧПУ 6904ВМФ2Т

Система оснастки: оснастка універсальна.

Інструменти: різець підрізний Т15К7

Послідовність: закріпити заготовку, зняти фаски, перевернути і повторити

Розточити фаски 1 витримуючи розміри фаски(див.рис.3.3)

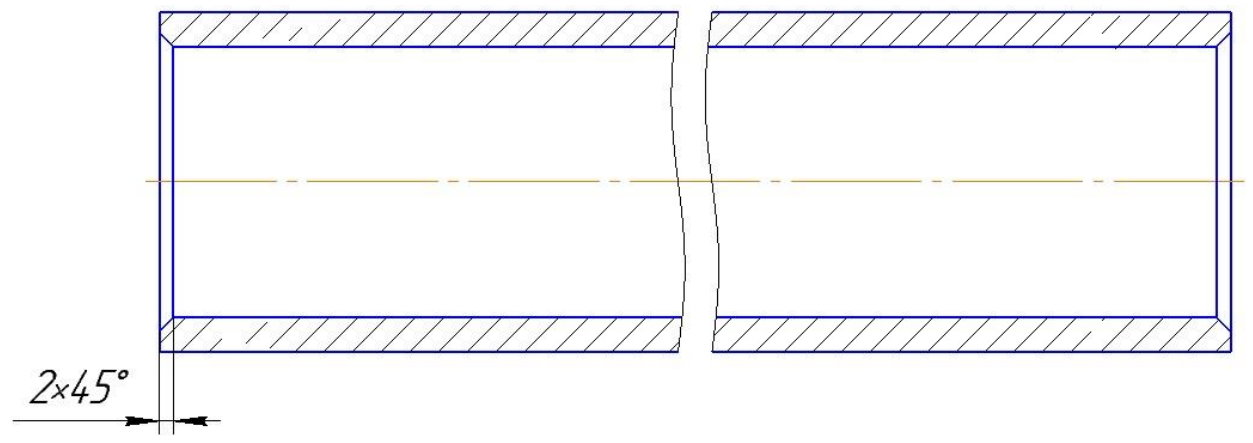


Рис 3.3 Зняття фаски

3. Свердлильна:

Вид обладнання: вертикально-свердлильний моделі 2Р135Ф2-1

Система оснастки: оснастка універсальна.

Інструмент: свердло спіральне HSSPoinTEQ2 607 457173

Послідовність: закріпити заготовку, просверлити.

Свердлити отвори витримуючи розміри (Рис 3.4)

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		68

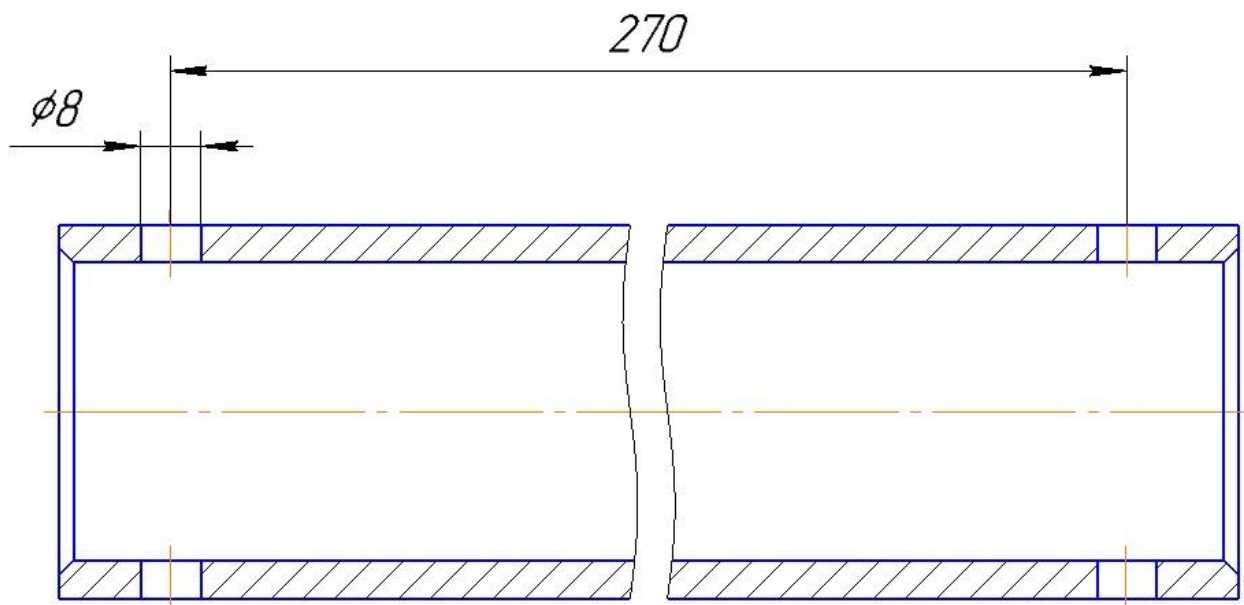


Рис 3.4 Свердління отворів

Заносимо дані в таблицю

Операція	Глибина різання (мм)	Подача	Частота обертання об/хв
1 Точіння торців	5	200мм/хв	1500
2. Зняття фасок	2x45°	500мм/хв	1500
3. Свердління	5	80мм/хв	400

3.5 Розрахунок ціни виготовлення

Ціни наведено в таблиці

Інструменти	Назва	Номер	Ціна, грн
Різець	T15K5	2130-0014	500
Різець	T15K7	2130-0216	600
Свердло	HSSPoinTEQ10	2 607 457 173	350

Орендна плата для станків – близько 700 грн,

Загальна ціна – 2150 грн.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Висновок: Під час виконання роботи даної частини дипломної роботи були отримані знання у сфері технології машинобудування. Зроблено опис всіх необхідних операцій під час обробки деталі. Проведено розрахунок необхідних для виготовлення потрібної деталі параметрів та підібрана апаратура і всі необхідні інструменти.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

4 Розділ. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних чинників при роботі

Тема моєї дипломної роботи – «Автоматизований привід в машинобудуванні». У даній роботі проводились динамічні розрахунки пневмоциліндра, та розрахунки пневматичного привода загалом. Робота проводилася за персональним комп'ютером. Основні небезпечні несприятливі фактори:

- Мікроклімат
- Освітлення
- Електробезпека
- Пожежна безпека

4.2 Характеристика приміщення

Розміри кімнати, в якій встановлено комп'ютер та інша техніка з меблями: 16 кв.м, а об'єм $V=16 \cdot 2,7=43,2\text{м}^3$. Приміщення відповідає санітарним нормам температури, чистоти повітря[1]. Необхідна ізоляція від шумів, так як кімната житлова, розміщена в житловому комплексі.

За санітарними нормами площа робочого місця з персональним комп'ютером для дорослого користувача має бути не менше ніж 6м^2 , а об'єм має складати не менше ніж 20м^3 . Дане приміщення повністю відповідає нормам.

В даному приміщенні робота ведеться за монітором комп'ютера, тому, для створення відповідних параметрів мікроклімату приміщення регулярно потрібно провітрювати приміщення два рази на день, вранці та ввечері.

Параметри мікроклімату (температура повітря, вологість і швидкість руху повітря на робочому місці) повинні відповідати вимогам. Крім того, необхідно забезпечити правильні концентрації позитивних і негативних іонів в повітрі робочої зони. Результати досліджень показали, що позитивні іони у великій кількості негативно впливають на розумову і фізичну працездатність (поява швидкої втоми), на діяльність серцево-судинної системи і системи

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		71

кровотворення, а негативні іони, навпаки, позитивно впливають на здоров'я людини.

Таблиця 4.1

Період року	Температура, °C			Відносна вологість, %	
	Оптимальна	Дійсна		Оптимальна	Дійсна
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	21 - 24	23	21	40 - 60	57
Теплий	23 - 28	28	25	40 - 60	42

Середня температура приміщення в теплий період року дорівнює 23 °C та підтримується за рахунок кондиціонера, відносна вологість повітря 46%.

У холодний період року, середня температура складає також 23 °C,, за рахунок опалення. Значення відносної вологості дорівнює 57%.

Параметри мікроклімату приміщення в теплі та холодні часи року знаходяться в діапазоні оптимальних значень[22].

4.3 Освітлення приміщення

Недостатність освітлення призводить до напруження зору, що призводить до зниження уваги та до настання передчасної втомленості. Занадто яскраве освітлення викликає засліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрям світла на робочому місці може створювати різні тіні, відблиски, дезорієнтувати людину, що працює на цьому робочому місці. Всі ці речі можуть призвести до нещасного випадку або профзахворювань, саме тому дуже важливо правильно розрахувати освітлення, кількість світильників, а також тип їх розташування.

Штучне освітлення в приміщеннях для користування персональним комп'ютером повинне здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. У випадках переважної роботи з документами, слід застосовувати

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

системи комбінованого освітлення (до загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення, призначені для освітлення зони розташування та перечитування документів).

Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна бути 300-500 лк. Освітлення не повинне створювати відблисків на поверхні екрану. Освітленість поверхні екрану не повинна бути більше 300 лк. [23]

Як джерела світла при штучному освітленні раніше використовували лампи типу лб, а також компактні люмінесцентні лампи. У світильниках місцевого освітлення допускається застосування ламп розжарювання, зокрема галогенних.

В приміщенні застосовується штучне освітлення комбіноване(місцеве і загальне) і природне освітлення бокове. Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла - ламп розжарювання. Виходячи з цього, проведемо розрахунки освітленості нашого приміщення.

У даному випадку робота ведеться за комп'ютером, тому вона відноситься до робіт високої точності, розряд зорової роботи – III (0.3-0.5мм)

Розрахунок освітлення проводиться для кімнати площею 16м², ширина якої 4м, висота – 2.7 м. Розрахунок проведемо за методом світлового потоку.

Визначимо світловий потік в приміщенні і порівняємо його з допустимим, за формулою:

$$E_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{л}} N n \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}$$

де:

$E_{\text{еф}}$ - розраховується світловий потік, Лк;

E - нормована мінімальна освітленість, Лк (визначається за таблицею).

Роботу програміста, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду високоточних точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде $E = 300\text{лк}$;

S - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S = 16\text{м}^2$);

z - відношення середньої освітленості до мінімальної (звичайно приймається рівним 1,1 ... 1,2, нехай $Z = 1,1$);

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		73

k_z - коефіцієнт запасу, враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення й характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку $K = 1,5$);

N - кількість світильників;

n - кількість ламп у світильнику.

η - коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін і стелі, які характеризуються коефіцієнтами відображення від стін (P_c) і стелі ($P_{п}$), Стеля приміщення свіжопофарбована у білий колір $\rho_{сл} = 70\%$, стіни мають світлобіжовий колір $\rho_{сн} = 50\%$, підлога з лакованого паркету $\rho_{п} = 30\%$. Значення η визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A + B)} = \frac{16}{1,9 \cdot (4 + 4)} = 1,05$$

де:

S - площа приміщення, $S = 16 \text{ м}^2$;

h - розрахункова висота підвісу, $h = 1,9 \text{ м}$;

A - ширина приміщення, $A = 4 \text{ м}$;

B - довжина приміщення, $B = 4 \text{ м}$.

Підставивши значення отримаємо: знаючи індекс приміщення I , за таблицею знаходимо $\eta = 0,49$. Для освітлення використовується LED лампа Osram LED ST8E з потужністю 16 Вт, світловий потік яких $F = 1600 \text{ Лм}$ Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку E_{ef} :

$$E_{ef} = \frac{1600 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 0,49}{16 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 356,13 \text{ лк}$$

Отже, можна зробити висновки, що освітленість приміщення не достатня, саме тому використовується, ще місцеве освітлення, у вигляді настільної LED

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

лампи EMOS LED A60, потужністю 6 Вт. Освітленість екрану задовольняє нормам.

4.4 Електробезпека

Зростає споживання електроенергії через те, що спостерігається зростання кількості споживачів електричної енергії. Через це питання забезпечення електробезпеки набуває особливої важливості не тільки в побуті, а ще й у виробництві.

Електробезпека – система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

В приміщенні знаходиться одна ЕОМ, але встановлено запасний аварійний вимикач із запобіжником, що вимикає струм у всьому приміщенні за виключенням освітлювальних приладів. Заземлення електричного щита виконано із заземленою нейтраллю, розетки в приміщенні виконано із захисним зануленням.

Також, комп'ютер підключено електромережі через розетку з окремим запобіжником, якщо електромережа перенавантажиться.

При підключенні інших електроприводів передбачено гнучкі ізольовані дроти із додатковими запобіжниками. Від переносних приладів до джерел живлення проводку проведено по найменшому шляху без заплутування дротів між собою та з іншими предметами в кімнаті.

Приміщення відповідає усім нормам електробезпеки за ПУЕ 2017 та є придатним та безпечним для роботи [24].

4.5 Пожежна безпека

Приміщення, в яких встановлено ЕОМ, в пожежній небезпеці відносяться до категорії В (Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, речовини та матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним лише горіти за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться, або використовуються, не відносяться до категорій А та Б.), і

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

мають відповідати вимогам з запобігання і гасіння пожежі, з обов'язковою наявністю телефонного зв'язку, а також пожежної сигналізації TIRAS PRIME 16 [25].

Меблі в приміщенні кімнати із ДСП та МДФ, двері з дерева, а віконні переплети із металопластика, корпусу ЕОМ і приладів із металу та полімерних матеріалів.

З метою забезпечення пожежної безпеки та вчасного гасіння пожежі у випадку її виникнення передбачено вогнегасник порошковий ВП – 5. Також у коридорі перед входом у квартиру розташовано пожежні гідранти та кнопка виклику пожежної охорони

Для запобігання пожежних ситуацій не допускати одночасного включення в електромережу декількох потужних споживачів електроенергії, що викликають перевантаження електромережі. Так само небезпечно попадання води на електропроводи. Небезпечно заклеювати їх шпалерами, підвішувати на цвяхи, відтягувати, зав'язувати у вузли. Застосовувати ветхі з'єднувальні шнури, подовжувачі. Не можна використовувати несправні вимикачі, розетки, вилки, оголені дроти, з'єднувати проводи за допомогою скрутки.[26]

4.6. Висновок до розділу.

У цій частині дипломної роботи було визначено потенційно небезпечні шкідливі фактори, при виконанні роботи, розраховано освітленість робочого місця яке відповідає нормам.

Висновок подипломному проекту

Було розроблено пневматичний привід для метарлообного верстата, проведено статичний та динамічний розрахунки циліндрів приводу, Приведений опис пристрою та принцип роботи розробленого пневматичного приводу. Представлені також, принципова схема, основного пневмоприводу і часу його спрацьовування, вибір трубопроводів і пневмоапаратури.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Список літератури

1. Трифонов О.Н., Иванов В.И., Трифонова Г.О. Приводы автоматизированного оборудования. - М.: Машиностроение, 1991.
2. Наземцев А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации: Учебное пособие. - М., ФОРУМ, 2004.
3. Пневматические устройства и системы в машиностроении. Справочник. Под ред. Герц Е. В. - М.: Машиностроение, 1981
4. Герц, Е.В. Расчет пневмоприводов / Е. В. Герц, Г. В. Крейнин. -М.: Машиностроение, 1975.-272 с.
5. Касимов, А.М. Развитие пневматических средств автоматизации [текст] — Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова - РАН./- Москва, 2000 /Режим доступа: <http://scilance.com/library/book/43065>
6. Герц, Е.В. Пневматические приводы. Теория и расчет / Е. В. Герц. -М.: Машиностроение, 1969.-358 с.
7. Попов, Д. Н. Механика гидро- и пневмоприводов: учеб. для вузов / Д. Н. Попов. -М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2001.-320 с.
8. Наземцев А.С. Пневматические и гидравлические приводы и системы. Часть 1 и 2. Учебн. пособие / А.С. Наземцев, Д.Е. Рыбальченко. – М.: Форум, 2007. – 304 с.
9. Герц Е.В. Динамика пневматических систем машин. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

10. Кудрявцев А.И., Пятидверный А.П., Рагулин Е.А. Монтаж, наладка и эксплуатация пневматических приводов и устройств. - М.: Машиностроение, 1990. - 208 с.
11. Робототехника и гибкие автоматизированные производства.: В 9-ти кн. Кн. 2. М.: Высшая школа. 1986. Приводы робототехнических систем / Под ред. И.М. Макарова. 170 с.
12. Крутиков Г.А., Кудрявцев А.И., Пекарь Л.А. К вопросу выбора способа торможения пневмоприводов с большими присоединительными массами // Пневматика и гидравлика. Приводы и системы управления. М.: Машиностроение, 1987. Вып. 13, с. 60-71.
13. Герц Е.В., Перельцвайг М.И. Определение параметров высокоскоростного пневмопривода. Теория пневмогидропривода. М.: Наука, 1969, С. 46-59.
14. Крейнин Г.В., Ивлев В.И. О некоторых возможностях повышения быстродействия следящего пневмопривода // Пневматика и гидравлика. М.: Машиностроение, 1982. Вып. 9. С. 47-52.
15. Схиртладзе А.Г. Гидравлические и пневматические системы./ А.Г. Схиртладзе, В.И. Иванов, В.Н. Кареев. – М.: Высшая школа, 2006. – 534 с.
16. Крутиков Г.А. Расчёт пневмоприводов дискретного действия. Харьков: ХПИ, 1986, 100 с.
17. Крутиков Г.А., Кудрявцев А.И. Торможение пневмоприводов автоматических манипуляторов с большой инерционной нагрузкой // Машиноведение, 1984. № 9. С. 20-23.
18. Герц Е.В. Динамика пневматических систем машин. М.: Машиностроение, 1985. 255 с.

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		78

19. Федорец В.А., Педченко М.Н., Пичко А.Ф. Гидроприводы и гидропневмоавтоматика станков. – К. : Вища шк., 1987. – 375с.
20. Буслов В.К., Носко С.В. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Об'ємний пневмопривод» - Київ, НТУУ «КПІ», 2010, - 40с.
21. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие.- М.: Машиностроение, 1975. 272 с.
22. ДСН 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» від 1 грудня 1999 р. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=14283
23. ДБН В.2.5-28-2018 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» від 3 жовтня 2018 р.
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758
24. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання станом на 21.08.2017) http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758
25. Закон України «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» від 3 жовтня 2017 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15>
26. НПА ОП 40.1-1.21-98 (ДНА ОП 0.00-1.21-98) «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» від 9 січня 1998 р.
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48644

					ДП61108.МА.00.00.00.ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		